DIE 10.

VORFAHREN DER SCHOLLEN.

VON

Otto Thilo.

(MIT 2 TAFELN).

Separat-Abdruck aus dem Bulletin de l'Académie Impériale des Sciences de St.-Pétersbourg
V. Serie. Band XIV, № 3. (Mars 1901).

ST. PETERSBURG.
BUCHDRUCKEREI DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.
Wass. Ostr., 9 Lin. № 12.
1901.

ИЗВѢСТІЯ ИМПЕРАТОРСКОЙ АКАДЕМІИ НАУКЪ. 1901. МАРТЪ. Т. XIV, № 3.

(Bulletin de l'Académie Impériale des Sciences de St.-Pétersbourg. 1901. Mars. T. XIV, № 3.)

10.

Die Vorfahren der Schollen.

Von Dr. med. **Otto Thilo** in Riga.

Mit 2 Tafeln.

(Vorgelegt der Akademie am 13. December 1900.).

Die Schollen gehören zu jenen auffallenden Erscheinungen des Thierreiches, welche zu den zahlreichsten Sagen und Fabeln Veranlassung gaben.

So erzählt u. a. Klunzinger (15)*) von einer Schollenart des rothen Meeres, dass sie von den Arabern Mosesfisch genannt werde, weil sich folgende Sage an sie knüpft: «Als Moses einst einen Fisch backen wollte gelang es ihm nur auf einer Seite, erzürnt darüber warf er ihn in diesem Zustande wieder in's Meer, und so blieb der Fisch und seine Nachkommenschaft einseitig bis auf den heutigen Tag».

Nach einer alten halbverklungenen Sage der Letten haben die Butten deshalb ein schiefes Maul, weil sie Gott lästerten. Hierauf bezieht sich der lettische Vers;

Nabacks butt
Schkihba mutt.

Wir sehen also, seit uralten Zeiten haben die verschiedenartigsten Völker sich bemüht, zu ergründen, weshalb die Schollen auf der Seite schwimmen und weshalb ihr Kopf so missgestaltet ist. — Auch sehr zahlreiche Schriften sind über diese Fragen erschienen. Dunker (7) stellt allein 227 Abhandlungen zusammen, die über die Flunder und den Goldbutt (*Pleur. platessa*) seit dem Jahre 1551 veröffentlicht wurden. Leider aber mussten alle derartige Bemühungen vergeblich sein, solange die Entwickelungsgeschichte der Schollen uns unbekannt war.

*) Die Zahl (15) u. s. w. weist auf den litterarischen Anhang hin. Die Namen der Verfasser sind im litterarischen Anhang alphabetisch geordnet.

Erst in der Jetztzeit können wir erfolgreich an die Beantwortung derartiger Fragen gehen, seit wir wissen:

1) Schollen entstehen aus Eiern, die an der Oberfläche des offenen Meeres schwimmen,

2) die ausgeschlüpften Jungen sind genau so ebenmässig gebaut, wie andere Fische. Sie tragen zu jeder Seite des Kopfes ein Auge und schwimmen genau so aufrecht, wie alle übrigen Fische. In dieser Gestalt führen sie den Namen «pelagische Formen» oder «Oberflächenformen»,

3) Wenn die Schollen etwa eine Länge von 1 Centimeter erlangt haben, sinken sie zu Boden und es entstehen dann aus den «Oberflächenformen» die «Bodenformen». Sie beginnen dann auf der Seite zu schwimmen und ein Auge «wandert» von einer Seite auf die andere hinüber. Daher findet man gewöhnlich bei Schollen von 1,5 Centimeter Länge ein Auge auf der Stirn sitzend. Bei einer Länge von 2 Centimeter haben die Schollen meistens schon beide Augen auf einer Seite.

Das sogenannte «Wandern» der Augen ist in neuerer Zeit sehr genau beobachtet und beschrieben worden, so hat besonders Pfeffer sehr genau die Veränderungen beschrieben, welche die Schädelknochen beim Ueberwandern des einen Auges erleiden, jedoch sind bisher noch immer — so weit mir bekannt — zwei Fragen unbeantwortet geblieben.

I. Warum schwimmen die Schollen auf der Seite?

II. Welche Kräfte bewirken das «Wandern» der Augen?

Ich wende mich zur Beantwortung der ersten Frage.

I. Warum schwimmen die Schollen auf der Seite?

Zuerst scheint es mir erforderlich zu untersuchen, ob auch andere Fische auf der Seite schwimmen und warum sie dieses thun.

Day (6[a]) giebt an, dass der Häringskönig (Zeusfaber) sehr häufig die Seitenlage einnimmt, wenn er schwimmt und sich von den Strömungen des Meeres treiben lässt, aber auch, wenn er sich gegen einen Stein lehnt.

Smitt (22) sagt geradezu «die Seitenlage ist seine gewöhnliche Stellung (usual position) sowohl beim Schwimmen, als auch beim Anlehnen an einen Fels». Die Gründe, welche ihn zwingen die Seitenlage einzunehmen scheinen mir folgende zu sein. Wenn er sich in das flache Wasser am Ufer einer sandigen Küste begiebt, um dort seine Nahrung zu suchen, so geräth er bald auf den Grund und legt sich dann auf die Seite, wie ein Kielboot, welches aufgerannt ist. — Schwimmen kann er natürlich im seichten Wasser nur auf der Seite und hierzu ist er oft gezwungen, «da er häufig san-

dige Häfen aufsuchen muss, weil er dort kleine Fische in Mengen findet» (Day).

Aber auch wenn er seine Beute im tiefen Wasser vom ebenen Boden erhaschen will, so gelingt ihm dieses am besten, wenn er sich auf die Seite legt. Hiervon kann sich jeder leicht durch einen Versuch mit seiner eigenen Hand überzeugen. Will man einen kleinen Gegenstand, der auf einem Tische steht, mit dem Zeige- und Mittelfinger erfassen, so gelingt dieses bei gestreckten Fingern am Besten, wenn man die Hand flach auf den Tisch legt.

Den sandigen Boden soll übrigens der Häringskönig hauptsächlich aufsuchen, weil er dort seine Nahrung findet, sonst soll er nach Day den rauhen Boden vorziehen. Er ist eben nicht recht darauf eingerichtet auf ebenem Boden zu leben. Er hat ja mehr den Bau jener flachen Klippfische, die so breit wie lang sind (Fig. 5. *Psettus*). Diese Fische leben in den Spalten und Vertiefungen klippenreicher Küsten, wo sie zur Aufrechterhaltung ihres Körpers stets ausreichende Stützung finden. Klunziger (15) sagt von diesen Fischen: «sie sind schlechte Schwimmer, leben meistens auf dem Grunde und kommen in schaukelnden Bewegungen heraufgeschwommen, wenn sie ihre Beute wittern».

Auffallend sind die grossen Flossen vieler Klippfische. Auch der Häringskönig hat ähnliche (Fig. 1). Er soll sie dazu benutzen um seinen breiten Körper schnell zu wenden und um ihn aufrecht zu balanciren.

Wir haben gesehen, dass ihm dieses auf die Dauer nicht gelingt.

Day sagt: «er ist kein guter Schwimmer, er lässt sich häufig in der Seitenlage von den Meeresströmungen treiben».

Ist er genöthigt längere Zeit auf einer und derselben Stelle zu bleiben, so muss er sich gegen die Strömungen verankern.

In meiner Abhandlung «**Das Ankern der Fische**» habe ich nachgewiesen, dass Fische im reissenden Strome und in der brandenden Fluth genöthigt sind «mit klammernden Organen» sich an die verschiedenartigsten Gegenstände zu halten (27).

Das Einhorn (*Monacanthus*), ein Fisch des rothen Meeres klammert sich mit seinem Rückenstachel an die Wände der Felsspalten, in die es sich geflüchtet hat (Klunzinger, Synopsis). Vom Löffelstör (*Scaphirhynchus*) erzählt Bartschewski (2), dass er sich mit den Haken seiner Schnauze an Zweige hängt und so gegen den Strom erhält. Day (6) giebt an, dass einige Welsarten in den reissenden Gebirgsströmen Indiens sich mit den grossen Stacheln ihrer Brustflossen zwischen Steinen verankern. Ausserdem besitzen noch viele dieser Welse grosse Haftscheiben am Bauche. Die Meergrundeln, Seelumpe, Schiffshalter u. and. haften sich mit ihren Flossen, die zu Haft-

scheiben umgebildet sind, an Felsen, um so der Gewalt der Wogen zu trotzen. Bei einigen Fischen ist gleichsam der ganze Körper eine Haftscheibe. Legt man z. B. einen Rochen oder eine Scholle, deren Leichenstarre geschwunden ist, auf einen Tisch und versucht es mit einer Pincette ihren Rücken vom Tische abzuheben, so fühlt man deutlich wie sie durch Luftdruck am Tische haften, allerdings nicht so fest, wie ein Seelump, aber doch immerhin derartig, dass ihnen durch ihr Haftvermögen gewiss der Aufenthalt in Meeresströmungen wesentlich erleichtert wird. Fische, die keine Stacheln oder Haftscheiben haben, suchen hinter Steinen Schutz gegen den reissenden Strom (Lachs, Forelle) oder verkriechen sich in den Sand (Sandaale, Schollen).

Es scheint mir das «Ankern der Fische» für den Fischzüchter von Wichtigkeit zu sein. Wünscht er strömende Gewässer mit Fischen zu besiedeln, so hat er dafür zu sorgen, dass besonders den jungen Fischen je nach ihrer Gewohnheit, Steine, Sträucher oder Sand zum Verankern geboten werden.

Die Lachsleitern beweisen uns wie erfolgreich das Berücksichtigen derartiger Verhältnisse oft ist.

Auch vom Häringkönig (Zeus) erzählt Couch, dass er sich oft vollständig in den Sand eingräbt.

Wir sehen also, dass er hiedurch in seiner Lebensweise an die Schollen erinnert. Auch seiner Gestalt nach hat er grosse Ähnlichkeit mit ihnen. (Vergl. Fig. 1, 2; Fig. 13 und 14). Diese Ähnlichkeit ist nicht blos äusserlich. Das erkennt man leicht, wenn man den Knochenbau beider Fischarten mit einander vergleicht (Fig. 7, 8, 9; Fig. 13, 14).

Die Zahl der Wirbel[1]). Die Zahl der Schwanzwirbel schwankt bei den verschiedenen Schollenarten sehr bedeutend (Steinbutt 20, Zwergzunge 30, Seezunge 40, *Platysomatichthys hippoglossoïdes*[2] 41). Daher eignen sich vor der Hand diese Wirbel nicht zu Vergleichungen mit anderen Fischen. Beim Zeus schwankt die Zahl der Schwanzwirbel, beiläufig gesagt, zwischen 18 und 21. Auch die Zahl der Bauchwirbel schwankt (Seezunge 8—10, *Platysomotichthys hippogloss.* 20). Immerhin ist sie wohl bei den meisten Schollen 10 bis 13, beim Zeus ist sie 13—14. Folgende Zusammenstellung möge diese Verhältnisse verdeutlichen:

---

1) Vergl. Ehrenbaum, Dunker, Günther (siehe litt. Anhang).
2) Nach meinen (Thilo) Zählungen.

Die Zahl der Bauchwirbel bei den Schollen.

Seezunge, *Sol. vulg.*	8—10
Zwergzunge, *Solea lut.*	8—10
Lamszunge, *Arnogloss. laterna*	10
Steinbutt, *Rhombus*	11
Kliesche, *Pleuron. limanda*	11
Flunder, *Pleuron. flesus*	11—13
Goldbutt, *Pleuron. plattessa*	12—14
Platysomat. hippog.	**20**
Zeus	13—14
Dorsch	22

Nach der vorstehenden Zusammenstellung wird man immerhin sagen können, dass die meisten Schollen in Bezug auf die Zahl der Bauchwirbel dem Zeus näher stehen als dem Schellfisch (22). Das zeigt sich auch schon in der ganzen Bauart beider Fischarten. Man vergleiche doch nur die langgestreckte Bauchhöhle des Dorsches mit dem Steinbutt, Flunder, Zeus (Fig. 7—10). Besonders auffallend sind auch die Unterschiede im Bau der **Träger der Afterflosse.**

Beim Dorsch sind die Stützen der Afterflosse dünne Gräten, die nur in lockerer Verbindung mit den Wirbelfortsätzen stehen (Fig. 10). Beim Steinbutt, Flunder, Zeus wird den vordere Theil der Afterflosse von einem stark entwickelten Knochen getragen, der mit zwei Wirbelfortsätzen so fest verbunden ist, dass es selbst mit dem Messer schwer fällt, sie von einander zu trennen. Auch die Form und Aneinanderfügung dieser beiden Wirbelfortsätze ist beim Zeus, Flunder und Steinbutt dieselbe (Fig. 7, 8, 9). Die dünnen schwachen Gräten, an denen die Afterflosse des Dorsches hängt, entsprechen genau den Flossenträgern anderer Weichflosser, während die Afterflossenträger der Schollen und des Zeus ganz den Bau jener starken Knochenpfeiler haben, auf denen die starren Stachelstrahlen der Hartflosser ruhen.

Ich habe schon mehrfach in anderen Abhandlungen (Litt. Anh. 24, 25, 26) darauf hingewiesen, dass die schlanken grätenartigen Träger weicher Flossen zu festen, starken Knochenpfeilern sich umbilden, wenn aus weichen knorpelhaften Flossenstrahlen jene starren dolchartigen Stachel entstehen, die an vielen Hartflossern so sehr auffallen. Umgekehrt bilden sich die Knochenpfeiler zurück, wenn sich die Stacheln zurückbilden. (Einhorn, Thilo, die Entstehung der Luftsäcke bei den Kugelfischen) (26). Dieses Gesetz findet man auch an den Flossenträgern der Schollen bestätigt.

Die stark gebauten Flossenträger der Schollen weisen darauf hin, dass die Schollen von Hartflossern abstammen, vergleicht man sie jedoch mit

jenen starren Knochenpfeilern, auf denen die Stacheln der Stachelmakrelen (*Carangiden*) ruhen, so bemerkt man an ihnen deutliche Spuren der Rückbildung. Die Knochenpfeiler der Stachelmakrelen (*Acanthurus*, *Platax* u. a.) sind fest an einandergefügt, ja bis weilen sogar so vollständig mit einander verknöchert, dass sie ganze Knochenwände bilden. Schon beim Zeus jedoch findet man die Verknöcherung gelockert und bei den Schollen liegen die einzelnen Flossenträger frei neben einander da.

Am meisten fällt unter den Trägern der Afterflosse der erste auf (Fig. 7, 8, 9). Er ist besonders stark entwickelt und sehr bedeutend gekrümmt. Untersucht man die Krümmung genauer mit dem Zirkel, so erkennt man, dass sie genau einen Kreisbogen bildet. Derartige kreisförmige Krümmungen habe ich an jenen Knochen nachgewiesen, welche die Luftsäcke der Kugelfische umschliessen. Sie erklären sich dort folgendermaassen:

Elastische Hüllen, die mit Flüssigkeiten oder Luft angefüllt sind, nehmen nach den Gesetzen der Mechanik stets die Kugelform an und starre Stäbe, die derartigen Hüllen fest angefügt sind, werden daher kreisförmig gebogen.

Bei den Fischen liegen die Verhältnisse ähnlich; denn ihr Eingeweidesack bildet eine Hülle die Flüssigkeiten und Gase enthält.

Je mehr nun der Eingeweidesack gefüllt wird, um so mehr nimmt er die Kugelform an und die ihn umgebenden Knochen werden dann kreisförmig gebogen.

Gewöhnlich wird die untere Bauchseite am meisten «ausgebaucht» da sie am wenigsten widerstandsfähig ist. Besonders deutlich tritt dieses an den Kugelfischen (*Tetrodon*) hervor, die ich eingehend geschildert habe in meiner Abhandlung «die Entstehung der Luftsäcke bei den Kugelfischen».

Bisweilen jedoch ist die untere Bauchseite sehr unnachgiebig. So findet man z. B. bei *Amphacanthus* (Fam. *Theutididen*) unten am Bauche einen vollständigen Knochenring [1]), welcher durch die Aneinanderfügung der Träger der Brust-, Bauch- und Afterflosse gebildet wird. Selbstverständlich ist solch' ein Knochenring sehr unnachgiebig und daher wird denn auch bei *Amphacanthus* die Bauchhöhle so zu sagen nach hinten «ausgebaucht». Der Afterflossenträger ist sehr stark kreisförmig gekrümmt. Ähnliche Verhältnisse und ähnliche kreisförmig gekrümmte Afterflossenträger finde ich auch noch bei anderen Fischen z. B. beim «Chirurgen» (*Acanthurus*) bei den Stachelmakrelen *Chorinemus* und *Trachynotus*, so wie bei den ausgestorbenen Fischen *Dorypterus* [2]) (Kupferschiefer) und *Acantonemus* (Monte Bolca).

1) Günther, Ichthyologie, pag. 294.

2) Zittel's Palaeontologie (Fig. 204 und 316).

Bei allen diesen Fischen liegen die Träger der Brust-, Bauch- und Afterflosse sehr nahe aneinander und bilden daher eine sehr unnachgiebige Kette.

Auch beim Zeus ist die untere Bauchkante sehr «zugfest», denn sie wird aus kleinen Knochenschildern gebildet, die fest aneinandergefügt sind (Fig. 7). So erklärt denn die widerstandsfähige Bauchkante auch hier die kreisförmige Krümmung des Afterflossenträgers.

Die kreisförmige Krümmung des Afterflossenträgers beträgt bei

Zeus	60°— 70°
Flunder	70°— 80°
Platysomat. hipogloss. .	100°
Steinbutt	100°—120°
Lamszunge (*Arnogloss.*)	130°
Seezunge (*Solea*)	140°

Die Krümmung ist also bei der Seezunge fast doppelt so lang wie bei der Flunder. Die Ursachen dieser Verlängerung erkennt man leicht, wenn man die Steinbutte mit der Flunder vergleicht (Fig. 8 und 9). Beim Steinbutt sieht man sehr zahlreiche Strahlenträger auf dem unteren wagerechten Ende des ersten Afterflossenträgers ruhen (Steinbutt 9, Flunder 2). Um diesen zahlreichen Strahlenträgern eine Grundlage zu bieten wurde ein wagerechtes Knochenstück angebildet und so der erste Flossenträger verlängert. Dieses Stück ist bisweilen als Knorpelmasse angefügt, bei der Seezunge und Lamszunge fand ich es sogar blos durch ein Band befestigt.

Also das Vorrücken der Afterflosse zur Bauchflosse hin hat eine Verlängerung des ersten Afterflossenträgers bewirkt.

Auffallend ist, dass man bei jungen Schollen von 5 Millim. Länge noch kaum eine Krümmung wahrnimmt. Erst bei Schollen von 10—15 Millim. tritt sie deutlich hervor. Dieses sieht man sehr schön auf den vortrefflichen Abbildungen von Ehrenbaum (9) und zwar am besten bei *Arnoglossus laterna* (Fig. 25—28). Auf denselben Abbildungen wird man auch bemerken, dass bei ganz jungen Schollen der After sehr weit von der Bauchflosse entfernt ist und nur allmählich, mit zunehmendem Alter, sich nähert. Erst bei älteren Jugendformen liegt er so dicht der Bauchflosse an, dass zwischen Bauch- und Afterflosse kaum noch etwas Raum für ihn übrig bleibt. Sehr deutlich zu sehen ist dieses beim Steinbutt (vergl. meine Fig. 3 u. 9). Ganz anders liegen diese Verhältnisse bei *Platysomatichthys hippoglossoïdes*. Hier besteht ein verhältnissmässig grosser Zwischenraum zwischen Bauch- und Afterflosse. Der After liegt ausserdem nicht am Afterflossenträger, wie bei anderen Fischen, sondern dicht hinter der Bauchflosse, so dass man sich

fast versucht fühlt bei diesem Fische die Bauchflosse als Afterflosse zu bezeichnen.

Bei einem 54 Centim. langen *Plat. hippogl.* fand ich den After 4 Centimeter von Afterflossenträger entfernt. (Ähnlich lagen die Verhältnisse bei 4 anderen Platysom.).

Zur Erklärung dieser eigenthümlichen Lagenverhältnisse betrachte man meine Abbildung vom Steinbutt (Fig. 9) und stelle sich vor, dass unten am Afterflossenträger ein Theil zurückgebildet ist, der After aber dicht hinter der Bauchflosse liegen blieb.

Hieraus ersieht man ganz klar, dass *Platysomatichthys hippoglossoïdes* eine Scholle ist, bei welcher die Eigenthümlichkeiten der Schollen rückgängig werden. Das zeigt sich auch an anderen Körpertheilen dieses höchst interessanten Fisches.

1) Das eine Auge ist «unvollständig gewandert», es ist gleichsam auf der Stirne stehen geblieben, wie man das bei jungen Schollen von etwa 1 Centim. Länge findet.

2) Beide Körperseiten sind gleichmässig braun gefärbt. Der Fisch hat also nicht wie andere Schollen eine weisse untere Seite. Er gehört daher zu den «*double flatfishes*», von denen Day sagt: «Diese Doppelfische hat man beobachtet bei Flundern, Steinbutten, Seezungen u. s. w. Man hat bemerkt, dass sie aufrecht schwimmen und sich mehr an der Oberfläche aufhalten als Schollen, die auf der Seite schwimmen. Alle die solche Schollen gegessen haben wissen, dass sie für die Tafel weit höher geschätzt werden, als Schollen mit ungleich gefärbten Seiten».

Leider wurde mir nicht das Glück zu Theil einen *Platysomatichthys hippoglossoïdes* zu verzehren. Daher kann ich auch seinen Geschmack nicht beurtheilen. Ich kann nur angeben, dass er sehr stark im Fleisch und sehr fett ist. Ich habe in der Sammlung des Herrn Knipowitsch 5 Stück untersucht. Eine dieser rarae aves überliess Herr Knipowitsch mir gütigst zum Präpariren. Er sagte mir, die Fische seien auf seiner Expedition an der Murmanküste im Eismeer gefangen worden z. Th. mit Angeln (Langleinen) in einer Tiefe von 100 bis 120 Faden, der Fisch sei ein Hochseefisch.

3) Der gekrümmte erste Afterflossenträger ist bei ihm viel schwächer entwickelt und an den Wirbelfortsätzen weit weniger stark befestigt, als bei anderen Schollen. Er zeigt daher besonders deutlich jene Spuren der Rückbildung, die man wahrnimmt, wenn man den Afterflossenträger der Schollen mit dem der Stachelmakrelen vergleicht.

Auch am Afterflossenträger der Flunder und *Pleuron. plat.* kann man derartige Rückbildungen feststellen.

1) Die Krümmung des Afterflossenträgers ist bei der Flunder 70—80°, bei der Seezunge 140°.

2) Der Zwischenraum zwischen Bauch- und Afterflosse schwankt sowohl bei der Flunder als *Pleur. plat.* erheblich. Bei einigen Fischen wird nach Angabe von Dunker der Zwischenraum gerade von der Bauchflosse ausgefüllt, wenn man sie dem Körper anlegt, bei anderen hingegen überragt die Spitze der Bauchflosse die ersten Strahlen der Afterflosse. Dunker's Zahlangaben seiner zahlreichen Messungen zeigen noch deutlicher die Unbeständigkeit dieses Zwischenraumes.

3) Der After liegt bei Flundern, die im Riga'schen Meerbusen gefangen wurden, in der Mitte zwischen Bauch- und Afterflosse.

Alle diese Zeichen der Rückbildung scheinen mir darauf hinzudeuten, dass die Flundern dazu neigen aufrecht zu schwimmen und die Eigenthümlichkeiten der Seitenschwimmer zu verlieren.

Day theilt mit — wie schon oben erwähnt wurde —, dass die zu beiden Seiten gleich gefärbten «Doppelfische» aufrecht schwimmen, Dunker aber giebt an, dass man sehr oft Flunder «mit mehr oder weniger vollständig ausgefärbter Blindseite» findet und mit «unvollständig gewanderten Augen». Überhaupt ist ja die Augenstellung bei den Flundern unbeständig, 25% von ihnen tragen beide Augen auf der linken Seite, 75% auf der rechten. Auch zeigen nach Dunker's zahlreichen Messungen die Flundern eine Annäherung zur symmetrischen Form, indem die Körperhöhe niedriger und der Unterschied zwischen gewissen paarigen Organen geringer ist.

Alle diese Erscheinungen sind wohl durch aufrechtes Schwimmen bedingt, ebenso die geringere Länge und Krümmung des ersten Afterflossenträgers. Andererseits ist die starke Krümmung dieses Trägers bei der Seezunge wohl darauf zurückzuführen, dass sie beständig auf der Seite schwimmt und hierzu einer weit vorgerückten Afterflosse bedarf. Mit der starken Krümmung des Aftenflossenträgers ist bei den Seezungen eine auffallende Kleinheit ihrer Bauchhöhle verbunden. Woher diese rührt, wage ich vor der Hand nicht zu entscheiden. Ich will hier nur darauf aufmerksam machen, dass nach unseren Kenntnissen aus der Physiologie der Ernährung, die Grösse der Bauchhöhle unmittelbar von der Beschaffenheit der Nahrungsmittel abhängt. Pflanzenfresser z. B. haben infolge ihrer schwerverdaulichen sehr umfangreichen Nahrung ein sehr langes, weites Gedärm und sehr grosse Bauchhöhlen, während Fleischfresser viel engere Därme und Bauchhöhlen besitzen. Die Seezungen leben im Schlamm und nähren sich von kleinen Würmern, Muscheln und Krustern (Möbius und Heincke) (16). Vielleicht ist diese Lebensweise von Einfluss auf den Umfang ihrer Bauchhöhle.

Der Träger der Bauchflosse der Schollen erinnert sehr an den Bauchflossenträger des Zeus. Beim Zeus wird jede der beiden Bauchflossen von einem pfeilerartigen Knochen getragen, dessen oberes Ende zwischen die beiden Träger der Bauchflosse hineinragt und stark an ihnen befestigt ist (Fig. 7). Eine wagerechte Spitze ragt nach hinten (Fig. 7, *s*). Die Träger der rechten und linken Seite liegen vollständig aneinander und sind fest aneinandergefügt, so dass sie auf den ersten Blick wie ein Träger aussehen. Der Bauchflossenträger der Flunder hat denselben Bau (Fig. 8). Auch bei ihr sind die rechten und linken Bauchflossenträger fest aneinandergefügt, nur die Spitze *s* erscheint als stark zurückgebildet. Noch kleiner findet man sie beim Steinbutt (Fig. 9, *s*). Bei der Seezunge fehlt sie. Überhaupt ist bei dieser der Bauchflossenträger stark verkümmert und sein oberes Ende hängt nur ganz locker am unteren Ende des Schultergürtels. Bei *Plagusia japonica* sind beide Bauchflossen zu einer vereinigt und bei einigen Schollen fehlt überhaupt die Bauchflosse vollständig. Man bemerkt also ein allmähliches Schwinden der Bauchflosse, wenn man den Zeus mit den Schollen vergleicht.

Mit dem Schwinden der Bauchflosse ist aber ein Vorrücken der After- und Rückenflosse verbunden, ja dieses Vorrücken ist geradezu ein hervorstechender Zug der Schollen. Man betrachte doch nur die kleinen knorpelhaften Stäbchen, welche vor dem Träger der Bauch- und Afterflosse des des Steinbutt liegen (Fig. 9), man werfe nur einen Blick auf *Paraplagusia* (Fig. 4). Dieser Fisch hat nur eine Bauchflosse, die mit der Afterflosse vereinigt ist. Die Brustflossen fehlen ihm vollständig. Es hat daher den Anschein als wenn dieser hochentwickelte Seitenschwimmer die paarigen Brust- und Bauchflossen nicht nöthig hat, da sie ihm durch seine weit vorgerückten Rücken- und Afterflossen ersetzt werden.

Ganz anders gestaltet sind **die Träger der Bauchflossen bei den Schellfischen.** Sie bilden kleine dreieckige Plättchen, die vollständig vom Schultergürtel getrennt zwischen den Bauchmuskeln eingelagert sind. Sie liegen wagerecht beide in einer Ebene und nur ihre vorderen Spitzen findet man aneinander befestigt (Fig. 10). Da bei den Schollen die Träger der Bauchflossen senkrecht stehen und ihre inneren Flächen fest aneinander gefügt sind, so haben sie weder ihrer Lage noch ihrer Form nach eine Ähnlichkeit mit den Bauchflossenträgern der Schellfische.

Die Brustflossenträger des Zeus, der Schollen und Schellfische haben denselben Bau, bieten somit wenig Anhaltspuukte für die vorliegenden Untersuchungen. Nur jener lange Bauchmuskelknochen (*Postclaviculare.* Fig. 7 *B. M.*) welcher beim Zeus vom oberen Ende des Schultergürtels weit in die Bauchmuskeln hineinragt ist schon bei der Flunder bedeutend zurückgebildet,

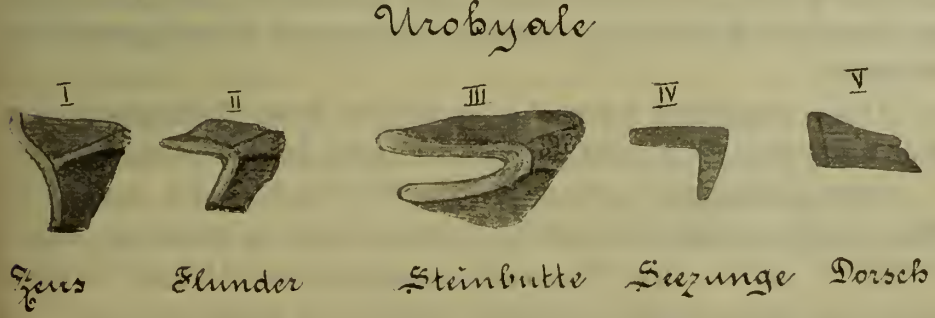
beim Steinbutt sehr stark geschrumpft und bei der Seezunge fast ganz geschwunden. Jedenfalls hängt dieser Schwund sowie der Schwund der Rippen, bei den Schollen mit der Verkleinerung der Bauchhöhle zusammen (siehe oben). Ich habe nachgewiesen, dass bei den Kugelfischen (26) dieser «Bauchmuskelknochen» dazu dient, die Bauchhöhle so zu erweitern, dass ein luftleerer Raum entsteht, in den die Luft schnell eindringen kann.

Auch bei vielen anderen Fischen bietet dieser Knochen die Möglichkeit beim Athmen die Bauchhöhle so zu erweitern und zu verengern, dass die Bauchmuskeln keinen allzugrossen Druck auf die Eingeweide ausüben.

Bei den Schollen kommt ein derartiger Druck der Bauchmuskeln beim Athmen kaum zu Stande, da die Bauchhöhle sehr klein ist und rings von Knochen umschlossen wird. Daher wird denn bei vielen Schollen der Bauchmuskelknochen (*Postclaviculaee*) in der frühesten Jugend wohl angelegt, aber fast garnicht entwickelt. Bei der Flunder ist also dieser Knochen deshalb grösser als bei vielen anderen Schollen, weil an ihr der Zwischenraum zwischen After- und Bauchflosse grösser ist als bei anderen Schollen.

Das Urohyale

hat bei den Schollen eine höchst auffallende Form. Man kann sogar sagen, findet man einmal einen derartigen Knochen im Zusammenhange mit anderen Fischüberresten, die sonst unbestimmbar sind, so weiss man ganz genau dass dieser Knochen einmal einer Scholle angehörte. Mir scheint dieses für den Palaeontologen von Wichtigkeit zu sein, da bisher nur wenig Überreste von Schollen aufgefunden wurden. (Nach Zittel's Palaeontologie nur vom Steinbutt und der Seezunge). Ganz besonders auffallend ist das *Urohyale* des Steinbutt (Fig. 9, Textfigur III). Es bildet eine flache dünne Knochenplatte mit einem tiefen Einschnitte, dessen Ränder stark gewulstet sind. Ich erkläre mir die Entstehung dieses Einschnittes folgendermaassen.



Wenn die Scholle auf der Seite am Grunde liegt und athmet, so wird der obere freie Kiemendeckel höher gehoben, als der untere am Grunde be-

findliche. Hierdurch wird der scharfe Rand der Kiemenhaut an der vorderen Seite des *Urohyale* hin und hergezerret. Mit seinen spitzigen Kiemenhautstrahlen wirkt er dann so zu sagen wie eine Kettensäge und so entsteht denn ein tiefer Einschnitt mit gewulsteten Rändern.

Bei der Flunder ist dieser Einschnitt weniger tief (Fig. 8, Textfig. II), da sie — wie oben erwähnt — häufig in aufrechter Stellung schwimmt und athmet. Beim Zeus (Fig. 7, Textfigur I) hat der Druck der Kiemenhaut nur eine leichte Einbuchtung hervorgerufen, da dieser Fisch jedenfalls noch weniger in der Seitenlage athmet wie die Flunder. Bei den Schellfischen hat das *Urohyale* eine ganz andere Form (Textfigur V). Es bildet ein sehr dünnes unscheinbares Knochenplättchen, welches vollständig von der Kiemenhaut bedeckt wird und also weder seiner Form, noch auch seiner Lage nach an das *Urohyale* der Schollen erinnert. Bei der Seezunge ist das *Urohyale* stark verkrümmt (Textfigur IV). Bei dieser Scholle sind die Kiemendeckel nur wenig beweglich und die Kiemenspalten halb verwachsen, wie bei vielen anderen im Schlamm lebenden Fischen. Offenbar können solche Schlammfische ihre Kiemendeckel nicht so ausgiebig bewegen, wie Fische, die im freien Wasser leben und daher verengern sich ihre Kiemenspalten.

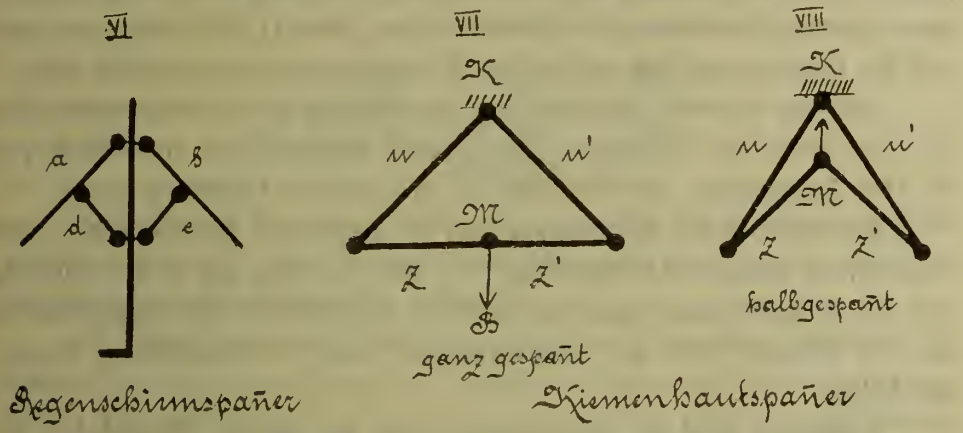
Schon am Flunder und Steinbutt kann man beobachten, dass sie beim Athmen oft grosse Widerstände zu überwinden haben. Man braucht nur einen lebenden Steinbutt auf den Boden eines mit Wasser gefüllten Behälters zu legen und mit einer Schicht Sand zu bedecken. Man sieht dann eine Sandwolke stossweise über dem Kopfe des Fisches aufwirbeln. Das dauert solange bis aller Sand gleichsam vom Kopfe fortgeblasen ist. Untersucht man die Kiemenblättchen solcher Schollen, so findet man sie rein von Sand.

Gewiss gehört ein sehr bedeutender Aufwand von Kraft dazu, um auf diese Art eine so grosse Menge von Sand vom Kopfe fortzuschaffen. Ich untersuchte daher den Mechanismus genauer, der eine so grosse Kraftentfaltung ermöglicht und war erstaunt zu entdecken, dass die Schollen zum Aufklappen ihrer Kiemendeckel und zum Aufspannen ihrer Kiemenhaut ganz denselben Mechanismus benutzen, mit dem wir unsere Regenschirme aufspannen.

D a— soweit mir bekannt — an Fischen dieser Mechanismus noch nicht beschrieben ist, so gebe ich hier eine kurze Darstellung desselben.

Beim Regenschirme (schemat. Fig. VI) sind die Stäbe *a* und *b* am Stocke durch Gelenke befestigt und die Stäbe *c* und *d* können am Stocke verschoben werden. Beim Fischkopfe (schemat. Fig. VII und VIII) entspricht den Stäben *a* und *b* (Fig. VI) jederseits ein Kiemendeckel mit den ihm anhängenden Unterkieferknochen *u* und *u'*. Sie sind beim Kinne *K* durch ein Gelenk verbunden. Die Zungenbeine *z* und *z'* entsprechen den

Stäben *c* und *d*. Wenn nun der Muskel *BM* die Zungenbeine *z* und *z'* so weit streckt, dass sie eine gerade Linie bilden (Fig. VII), so werden *u* und *u'* ausgebreitet und die zwischen ihnen befindliche Haut wird gespannt. Knickt hingegen der Muskel *KM* (Fig. VIII) die Zungenbeine *z* und *z'* ein, so wird die Haut zwischen ihnen entspannt.



Von der Richtigkeit dieser Darstellung kann man sich leicht überzeugen, wenn man eine Scholle oder anderen Fisch mit stark beweglichem Kiemendeckel auf den Rücken stellt, das untere Ende des Schultergürtels erfasst und nach hinten zieht. Sofort heben sich die Kiemendeckel und die Kiemenhaut wird so aufgespannt, dass sie schirmartig vom Körper absteht. Auch die Unterkieferknochen werden ausgebreitet, obgleich doch eine Gelenkverbindung zwischen Unterkiefer und Kiemendeckel jederseits besteht, also etwa in der Mitte von *u* und *u'*.

Das erklärt sich dadurch, dass die Axe dieses Gelenkes rechtwinklig zu den Axen der Gelenke *K* und *M* gerichtet ist. Es befindet sich also in einer Todtlage, wenn die Gelenke *K* und *M* bewegt werden. Die Verhältnisse liegen daher hier genau so wie beim menschlichen Kniegelenk, wenn bei gestreckten Knieen die Beine gepsreizt werden und hiebei Widerstände überwinden, welche von der Seite her gegen die Unterschenkel wirken.

Die Beweglichkeit der Kiemendeckel ist bei den Fischen sehr wechselnd. Der Steinbutt kann seine Unterkiefer so sehr ausbreiten, dass sie am Kinn einen Winkel von 60° bilden, und so sehr zusammenlegen, dass sie einander berühren. Der Zeus erreicht sogar 90°. Natürlich hängt die Spannweite von der Länge der Zungenbeine (*z* und *z'*) ab.

Uebrigens haben nicht alle Stachelmakrelen eine derartige Spannweite wie Zeus. Im Gegentheil einige von ihnen können nur sehr wenig ihre Kiemendeckel bewegen z. B. *Platax* ein Fisch von ähnlicher Gestalt wie

Psettus (Fig. 5). Bei ihm besteht ein breites Verbindungsstück zwischen den Unterkiefern und auch sein Bauch ist so flach und breit, dass er aufrecht auf dem Bauch steht, wenn man ihn auf einen Tisch stellt. Es sieht höchst eigenthümlich aus, wenn dieser Fisch, der mehr breit als lang ist, ziemlich sicher ohne Stützung so dasteht. Mir scheint dieses aufrechte Stehen darauf hinzudeuten, dass bei ihm nicht wie beim Zeus die Seitenlage seine gewöhnliche Stellung ist (*usual position*, Smitt). Ein Zeus, den man auf den Bauch stellt, fällt um wie ein Velociped, das nicht gestützt wird.

Auf eine genauere Beschreibung der Muskeln des Kiefergerüstes gehe ich hier nicht ein. Uebrigens sind ja diese Muskeln ganz vortrefflich von Vetter beschrieben. Ich will hier nur einen kurzen Überblick geben.

Das Spannen der Kiemenhaut und das Heben der Kiemendeckel wird durch einen paarigen Muskel (Fig. VII, *MB*) bewirkt, der in der Mitte *M* von den Zungenbeinen entspringt und sich zugleich mit den Bauchmuskeln an den unteren Theil des Schultergürtels setzt. (*Sterno-hyoïdes*, Bauchmuskeln).

Entspannt wird die Kiemenhaut wenn der paarige Muskel *KM* die Zungenbeine einknickt (*Musc. geniohyoïdes*). Fig. VIII.

Übrigens wird das Heben und Senken der Kiemendeckel nicht ausschliesslich von den soeben genannten Muskeln bewirkt. Es giebt hierzu noch eine zweite Gruppe von Muskeln. Herman von Meyer nennt in der menschlichen Anatomie derartige Muskelgruppen Wiederholungsgruppen, und ich glaube auch im vorliegenden Falle wäre dieser Name sehr passend.

Diese Muskelgruppen entspringen vom Schädelgrunde und setzen sich an den Kiemendeckel, Oberkiefer und Unterkiefer (*Levator operculi*, *adductor mandibulae* u. a.). Beim Heben der Kiemendeckel haben die Muskeln der rechten und linken Seite des Kopfes sehr verschiedene Arbeitsgrössen zu leisten, wenn die Schollen auf einer Seite am Grunde liegen und athmen. Es liegt daher die Annahme nahe, dass die Muskeln der oberen Kopfseite stärker entwickelt sein müssen als die der unteren. Der Augenschein bestätigt diese Annahme; denn die obere dunklere Seite sieht allerdings voller aus, als die untere. Um diese Frage zu entscheiden löste ich die Muskeln zu beiden Seiten des Kopfes ab und wog sie. Es stellte sich heraus, dass kaum ein wesentlicher Gewichtsunterschied zwischen oberer und unterer Seite vorhanden ist.

Ich fand bei zwei Steinbutten von 24 Centim. Länge:

I. Steinbutte 24 Centimeter lang.

Muskeln der Augenseite 6,5 grm.
» » Blindseite 7 »

II. Steinbutte 24 Centimeter lang.

Muskeln der Augenseite 6 grm.
» » Blindseite 5,5 »

I. Flunder 30 Centimeter lang.

Muskeln der Augenseite 2,0 grm.
» » Blindseite 2,2 »

II. Flunder 30 Centimeter lang.

Muskeln der Augenseite 1,8 grm.
» » Blindseite 2,0 »

Man sieht die Gewichtsunterschiede schwanken innerhalb der Grenzen der Beobachtungsfehler. Das vollere Aussehen der Augenseite beruht wohl nur darauf, dass die Haut hier dicker ist.

Überhaupt sind am Steinbutt und Flunder die Erscheinungen der Assymetrie nicht so bedeutend als man bei flüchtiger Betrachtung glauben sollte. Man darf nicht vergessen dass diese Schollen nicht ihmmerwährend auf der Seite liegen, sondern auch oft weite Strecken schwimmen und beim Schwimmen werden natürlich beide Kiemendeckel gleich stark bewegt. Auch die Muskeln des Rumpfes werden selbstverständich beim Schwimmen ganz gleich beansprucht, sonst wäre eine schnelle Fortbewegung unmöglich; denn bei ungleichmässig arbeitenden Rumpfmuskeln würde die Schwazgflosse ungleichmässig rudern und schnell schwimmende Schollen müssten entweder sich am Grunde den Schädel einrennen oder aus dem Wasser hinaus in die Luft schiessen. Die Schollen sind überhaupt nicht so schlechte Schwimmer als man vielleicht glauben sollte. Wenn man junge Schollen mit dem Ketscher fangen will, muss man sehr schnell bei der Hand sein. Es können daher auch die Muskeln der oberen Seite des Rumpfes nicht sehr bedeutend mehr entwickelt sein, als die der unteren Seite, obgleich namentlich beim Steinbutt es ganz entschieden so aussieht. Man sollte aber nicht vergessen, dass der Steinbutt auf der oberen Seite Steine hat und nach Abzug der Steine und der Haut ist der Unterschied zwischen rechts und links nicht sehr auffallend. Ich fand bei einem

Steinbutt 30 Centimeter lang

Rückenmuskeln + Bauchmuskeln 80 grm Augenseite
» » » 67 » Blindseite

Steinbutt 24 Centimeter lang

Rückenmuskeln + Bauchmuskeln 65 grm Augenseite
» » » 53 » Blindseite

Man ersieht aus diesen Zahlen, dass keine grossen Gewichtsunterschiede zwischen den Rumpfmuskeln der Augenseite und Blindseite bestehen. Ich glaube, bei den Flundern wird man noch geringere Unterschiede bemerken, da diese ja viel schwimmen. Sie wandern oft weit die Flüsse hinauf. Nach Günther hat man in Warschau, Erserum u. a. O. Schollen gefangen. Von der Düna konnte ich trotz vieler Anfragen bei Fischern nicht feststellen, dass in ihrem oberen Laufe Schollen gefangen worden seien.

Ich hoffe der Leser wird aus dem vorstehenden Abschnitte ersehen haben, dass die Steinbutten und Flundern in ihrem Knochenbau mehr an den Zeus als an die Schellfische erinnern und dass man daher nicht berechtigt ist, zu sagen «Schollen sind nichts Anderes, als assymetrische Schellfische», wie man das bisweilen liest.

Auf eine Vergleichung der Eingeweide gehe ich hier nicht ein, da sie zu wenig Anhaltspunkte bietet, so sind z. B.:

Die Blinddärme am Pförtner bei den Schellfischen und beim Zeus sehr zahlreich, während man bei den Steinbutten und Flundern nur einige Ausbuchtungen und kleine Anhängsel am Darme bemerkt.

Mehr Anhaltspunkte bieten vielleicht

Die Schwimmblasen der Schollen.

Ich selbst habe keine Untersuchungen über dieselben vorgenommen und stelle daher nur Angaben von Ehrenbaum (s. litt. Anhang) zusammen. Nach E. kommen Schwimmblasen nur an jungen Schollen von 5 bis 27 Mill. Länge vor, d. h. also, die Schwimmblasen werden zurückgebildet, wenn die pelagischen Jugendformen der Schollen sich zu Bodenformen umbilden[1]). Wie diese Rückbildung erfolgt, wissen wir nicht, es sind ja überhaupt die Schwimmblasen der Schollen noch wenig erforscht. Ich glaube jedoch, dass folgende Verhältnisse hiebei zu berücksichtigen sind.

Fische mit Schwimmblasen können nur dann zu Boden sinken, wenn sie mit ihren Bauchmuskeln einen Druck auf die Schwimmblase ausüben (vergl. den kartesianischen Taucher). Für einen längeren Aufenthalt am

---

1) Offenbar suchen die jungen Schollen den Boden, weil sie im Niederschlage des Meerwassers reichlichere Nahrung als an der Oberfläche finden und bequemer am Grunde ausruhen können.

Grunde jedoch reicht die Kraft der Bauchmuskeln nicht aus; denn sie müssen durch ununterbrochene Anspannung ermüden. Daher sind denn Fische mit Schwimmblasen genöthigt durch sehr verschiedenartige Hilfsmittel ihre Bauchmuskeln zu entlasten. Fische deren Schwimmblase durch einen Luftgang in den Darm mündet, können ihre Schwimmblase von Luft entleeren und ungestört dann auf dem Grunde liegen (Lachs, Wels, Hecht u. a.). Fische ohne Luftgang, die Stacheln tragen, können mit ihren Stacheln sich am Grunde verankern, Fische ohne Stacheln, wie die jungen Schollen, müssen sich mit Sand belasten oder unter Steine kriechen um nicht vom Wasser an die Oberfläche gehoben zu werden. Die unter Steine gekrochenen Steinbutten werden natürlich vom Wasser ununterbrochen gegen die Steine gehoben und von den Wellen gegen die Steine geschleudert. Daher bilden sich an ihrer oberen Seite Hautschwielen und Steine, ähnlich jenen Schutzvorrichtungen der Schiffe, die beim Landen an die Schiffswände gehängt werden.

Am Boden erleidet die Schwimmblase der gesunkenen jungen Schollen einen hohen Wasserdruck, der sehr empfindlich wirkt, da ihre Blase nur an den viel geringeren Druck der Wasseroberfläche gewöhnt ist. Man kann wohl annehmen, dass sie an der Oberfläche nur dem Drucke der atmosphärischen Luft ausgetetzt ist, also unter einem Drucke von 1 Atmosphäre steht. Aber schon bei 10 Meter Wassertiefe erleidet sie einen Druck von 2 Atmosphären. Hiedurch wird sie auf die Hälfte ihrer ursprünglichen Grösse zusammengedrückt (nach dem Mariot'schen Gesetze). Ein derartig hoher, plötzlich eintretender Druck würde wohl bald die Schwimmblase zum Schwunde bringen und würde wohl überhaupt nicht, gut von den jungen Fischchen vertragen werden. Daher sieht man sie denn auch das allerflachste Wasser aufsuchen, wenn sie sich von pelagischen Formen zu Bodenformen umbilden.

Aber im flachen Wasser sind sie wiederum genöthigt sich mit Sand zu belasten, um am Boden zu bleiben, besonders bei starkem Wellenschlage. Überhaupt wandern sie ja bei Sturm nach tieferen Stellen und verkriechen sich in den Sand. Dann kommt zum Drucke des Wassers noch der Druck des Sandes hinzu. Jedenfalls sieht man wohl, dass die Schwimmblasen der Bodenformen sehr häufig dauernd einem viel grösseren Drucke ausgesetzt sind, als die Blase der pelagischen Formen und dieses muss den Schwund der Blase in hohem Grade begünstigen, besonders wenn schon die Neigung zum Blasenschwund angeboren ist.

Nach den obigen Darlegungen sollte man annehmen, dass die Schwimmblase bei solchen jungen Schollen, die in tiefen Meeren mit steilem Ufer leben, schneller schwindet, als bei Schollen, welche flache, sandige Küsten aufsuchen können.

Sehr bemerkenswerth erscheint mir die Angabe von Ehrenbaum: «Sehr gross ist die oft deutlich zweitheilige Schwimmblase».

Auch der Zeus hat eine zweitheilige Schwimmblase. Allerdings tritt ihre Zweitheiligkeit beim Öffnen der Bauchhöhle nicht immer deutlich hervor. Erst wenn man die Schwimmblase stark aufbläst erkennt man, dass sie durch eine Einschnürung in zwei ungleiche Theile geschieden wird.

Auch bei den jungen Steinbutten mag die Zweitheiligkeit der Schwimmblase nicht immer deutlich sein, weil ihr Füllungszustand ein wechselnder ist.

Bisweilen wird wohl auch die Schwimmblase gefangener junger Schollen zerdrückt sein und hierauf könnte es vielleicht beruhen, dass man bei jungen Schollen mit besonders zarten Schwimmblasen bisher noch keine Schwimmblase nachgewiesen hat.

Nach Ehrenbaum sind an folgenden jungen Schollenarten Schwimmblasen nachgewisen: 1) Steinbutt (Ehrenbaum pag. 286 und 289), 2) Glattbutt (Ehrb. pag 294), 3) Lammszunge (Ehrb. pag 301), 4) Seezunge (Ehrb. pag 311), 5) Zwergzunge (Ehrb. pag 315).

Hoffentlich wird der Herr Collège Ehrenbaum uns recht bald noch eingehendere Forschungen über die Schwimmblase der Schollen mittheilen. Jedenfalls würden wohl genauere Angaben über das Schwinden eines so wichtigen und doch so wenig erforschten Organes wie die Schwimmblase vom höchsten biologischen Werthe sein.

Zum Schluss dieses Abschnittes stelle ich hier zusammen

Die gemeinsamen Merkmale bei Zeus, Flunder, Steinbutt.

Diese Fische zeigen eine grosse Übereinstimmung in:

1) ihrer ganzen Körperform (Länge, Breite, Dicke), Fig. 1, 2, 3, 13, 14.
2) in der Zahl der Bauchwirbel pag. 5,
3) im Bau des Trägers der Afterflosse pag. 5, Fig. 7, 8, 9,
4) im Bau des Trägers der Bauchflosse pag. 10, Fig. 7, 8, 9,
5) im Bau des Trägers der Brustflosse pag. 10,
6) in der Aneinanderfügung der Bauch- und Brustflosse, Fig. 7, 8, 9,
7) im Bau des *Urohyale*, Textfiguren I, II, III.

Ausser diesen wichtigeren Merkmalen ist noch zu berücksichtigen:

8) die zweitheilige Schwimmblase der Jugendformen vom Steinbutt erinnert an die zweitheilige Schwimmblase des Zeus.

9) Junge Steinbutten von etwa 10 Milim. Länge zeigen an ihren Kiemendeckeln zahlreiche Dornen (Fig. 15), die bei Jugendformen von 30 Milim.

meist schon geschwunden sind. Diese Dornen deuten auf eine Abstammung von Fischen hin, die während des ganzen Lebens mit Dornen bewehrt sind (vergl. die Stachelmakrelen *Gazza*, Fig. 12, *Equula*). Auch Zeus ist in der Jugend am Kopfe mit Dornen bewehrt, die später schwinden (Smitt).

Alle diese Übereinstimmungen beweisen gewiss nicht, dass die Steinbutten und Flundern vom Zeus abstammen, wohl aber machen sie es sehr wahrscheinlich, dass die Vorfahren der Schollen dem Zeus ähnlich waren. Es müssen Fische gewesen sein von einer auffallend breiten und flachen Körperform, Fische die auf klippen- und spaltenreichem Grunde so überaus häufig sind, weil sie hier eine ausreichende Stützung zur Aufrechterhaltung ihres Körpers finden. Als ein Theil dieser Klippfische auf flachen Sandboden durch unbekannte Verhältnisse verschlagen wurde[1]), fand er hier nicht mehr genügende Stützung und bildete sich zu Seitenschwimmern um. Der Zeus also ist eine Übergangsform, die sowohl aufrecht als auf der Seite schwimmen kann. Seine Abstammung von Klippfischen verräth er dadurch, dass er den klippenreichen Boden aufsucht, weil er dort an Steinen Stützung findet. Auf Sandboden gräbt er sich Vertiefungen um in diesen sich das Aufrechtstehen zu erleichtern (Day, Couch).

Es giebt eine grosse Anzahl von Schollen, die ganz anders aussehen als die Steinbutten, Flunder und dergl. Das erkennt man leicht, wenn man die Abildungen der *Fauna japonica* oder von Bleeker ansieht.

Solche Formen wie *Solea*, *Plagusia*, *Paraplagusia* (Thilo, Fig. 4) haben einen Bau des Schädels und auch des Schwanzes, der sehr vom Bau anderer Schollen abweicht. Es wäre daher möglich, dass die Vorfahren dieser höchst auffallenden Formen sehr entfernte Verwandte von den Vorfahren der Flunder u. s. w. waren. Höchst auffallend sind auch die Larven der Lammszunge (*Arnoglossus*) gestaltet (Ehrenbaum, Fig. 25—29). Ihr hoher Schädel mit dem eigenthümlichen Geisselanhang, der aus Flossenstrahlen sich bildet um bald wieder zu schwinden, erinnert sehr an den Bruchfisch (*Trachypterus*).

Ganz selbstverständlich will ich mit diesem Hinweis nicht eine Verwandtschaft herleiten, ich will nur zu neuen Untersuchungen über die Abstammung jener eigenthümlichen Schollen anregen, die von den übrigen in vielen Stücken so sehr abweichen.

Ich wende mich zur Beantwortung der zweiten Frage:

---

1) Die Auswanderung konnte bedingt sein: 1) durch Hebung der Küste und Verflachung des Wassers, 2) durch Nahrungsmangel, 3) durch Verpestung des Wassers durch Thiere oder Pflanzen.

II. Welche Kräfte bewirken das Wandern der Augen bei den Schollen?

Diese Frage zu beantworten fällt nicht allzuschwer, wenn man annimmt, dass die Schollen von Fischen herstammen, die ihnen im Körperbau ähnlich waren und eine ähnliche schmale Stirn, wie die Schollen hatten.

Betrachtet man hingegen mit Johannes Müller die Schellfische als ihre Verwandten, so kann man schwer verstehen, wie bei der breiten Stirn dieser Fische ein Auge von einer Seite des Kopfes zur anderen hinüberwandern kann. Wenn man den Schädel eines Schellfisches in die Hand nimmt und betrachtet, so neigt man unwillkührlich zu der Ansicht jener Forscher, welche annehmen, dass unter der breiten Stirn hindurch das Auge hinüberwandert (Textfigur IX).

Vollständig wird man jedoch seine Ansicht ändern, wenn man einen Schädel, wie den des Zeus, zum Ausgangspunkt der Betrachtungen nimmt. Der Schädel des Zeus (Fig. 11) sieht sehr klar und durchsichtig aus. Man kann sich daher wohl vorstellen, dass nach den Forschungen von Pfeffer an einem derartigen Schädel eine Einbuchtung für das wandernde Auge entsteht (Fig. 15). Die Einbuchtung wird immer tiefer (Fig. 16). Hierauf bildet sich eine Knochenbrücke, welche das Auge noch weiter verschiebt und das Auge liegt dann in einer neuen Augenhöhle auf der anderen Seite des Kopfes. In Fig. 16 ist die Knochenbrücke nur durch Punkte angedeutet. Man sieht also, dass nach den Untersuchungen von Pfeffer das wandernde Auge geradezu von der Seite her in die Stirn hineingestülpt wird, so etwa, wie an Embryo die Augenlinse in die Augenblase eingestülpt wird (siehe Textfigur XVIII, nach Rema'k). Es handelt sich also nach den Darlegungen von Pfeffer um eine jener Einstülpungen, wie man sie bei der Entwickelung der verschiedenartigsten Organe am Thierkörper beobachtet.

IX

Dorschschädel.

Pfeffer hat in seiner Abhandlung kurz und klar beschrieben, wie die Knochen in der Umgebung des wandernden Auges umgeformt werden und wie aus Hautknochen an der Aussenseite des gewanderten Auges eine Knochenbrücke entsteht.

Ich verweise daher hier auf seine Darlegungen und wende mich zur Untersuchung der Kräfte, welche die Wanderung des Auges bedingen. Ich

gehe hiebei vom Auge des Zeus aus, da man durch Vergleichung mit diesem Fische besonders deutlich erkennt, welche Veränderungen die Augenmuskeln der Schollen durch das Wandern des einen Auges erlitten haben.

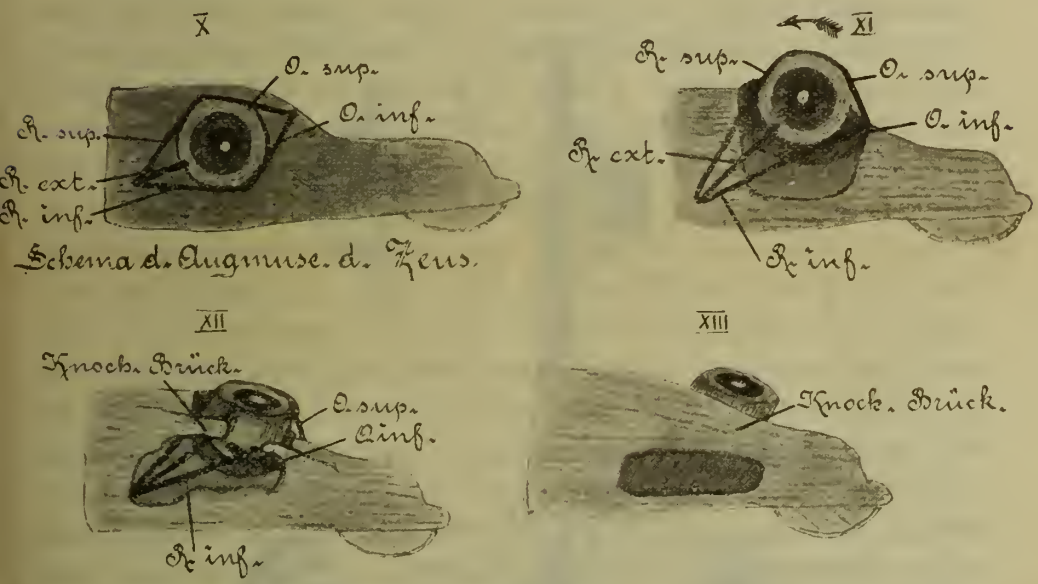
In Fig. 18 habe ich möglichst naturgetreu die Anordnung der Augenmuskeln des Zeus wiedergegeben. Man sieht auf dieser Abbildung und in Textfigur Schema X, dass die Augenmuskeln ein Parallelogramm bilden, in welches das Auge als Kreis eingeschrieben ist.

Wir haben also einen

Oberen vorderen Muskel (*M. obliquus superior*).
» hinteren » (*M. rectus superior*).
Unteren vorderen » (*M. obliquus inferior*).
» hinteren » (*M. rectus inferior*).

In der Diagonale des Parallelogramm liegt ein:

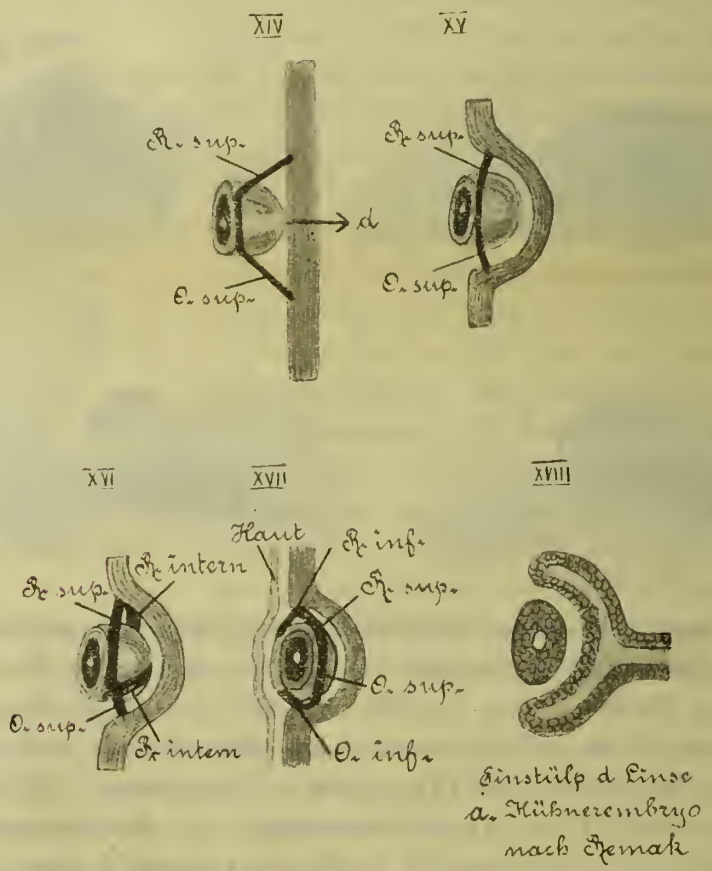
Äusserer Muskel (*M. rectus externus*).
Innerer » (*M. rectus internus*) in Fig. 18 und Schema X nicht sichtbar.



Wenn nun der junge Steinbutt mit der rechten Seite auf dem Grunde liegt und das rechte Auge vom Grund ab nach oben dem Lichte zuwendet, so muss er die zwei oberen Muskeln anspannen (Schema X, *O.* sup. *R.* sup. XIV *O.* sup. *R.* sup.). Hiebei erzeugen die beiden Muskeln nach dem Parallelogramm der Kräfte einen Druck *d* auf die Scheidewand zwischen beiden Augen (Schema XIV *d*). Da die Anspannungen der Muskeln meistens sehr langdauernd sind, so befinden sich die Muskeln meistens in einem sehr hochgradigen Erregungszustand, der auch auf benachbarte Muskelgruppen übergeht; denn es ist eine bekannte Thatsache, dass gewaltsame Anstren-

gungen einer Muskelgruppe auch in benachbarten Muskelgruppen Mitbewegungen erzeugen und zwar besonders in solchen Muskeln, welche der ersten Gruppe entgegengesetzt wirken (Antagonisten). Es entsteht dann eine Art Kampf zwischen beiden Muskelgruppen. Dieser Kampf wurde schon vom Engländer Hunter erkannt und beschrieben, aber erst Charcot(5) hat ihn im Jahre 1886 durch zahlreiche Untersuchungen an Kranken festgestellt und zur allgemein anerkannten Thatsache erhoben.

Ich habe an einem a. O. (28) nachgewiesen, dass die Mitbewegungen der entgegengesetzten Muskeln nicht blos bei hochgradigen Anspannungen einer Muskelgruppe stattfinden, sondern auch unter gewöhnlichen Verhältnissen. Hiervon überzeugt man sich leicht, wenn man ein Bein über das andere schlägt, eine Hand auf die Wadenmuskeln legt und nun die Fussspitze des übergeschlagenen Beines erhebt. Man fühlt dann ganz deutlich wie die Wadenmuskeln sich zusammenziehen und hart werden, obgleich doch die Fussspitze nicht von den Wadenmuskeln gehoben wird, sondern von Mus-



keln, die an der vorderen Seite des Schienbeines liegen (Dorsalflectoren). Ich erkläre die Anspannung der Wadenmuskeln folgendermaassen.

Wenn beim Erheben der Fussspitze die Muskeln an der vorderen Seite des Schienbeines (Dorsalflectoren) sich anspannen, so werden die Wadenmuskeln hiedurch gedehnt. Diese Dehnung wirkt als Reiz auf die Wadenmuskeln und veranlasst durch Reflex eine Zusammenziehung der Wadenmuskeln. Natürlich behalten die Muskeln an der vorderen Seite des Schienbeines (Dorsalflectoren) das Übergewicht, sonst könnte ja keine Erhebung der Fussspitze stattfinden, aber das Übergewicht ist gering. Es liegen eben die Verhältnisse wie bei einer Waage, deren Schaalen gleich schwer belastet sind. Die leiseste Berührung einer Schaale bewirkt sofort ein längeres Hin- und Herschwanken der Schaalen. Jedenfalls muss man annehmen, dass durch die leise Berührung der einen Schaale diese nur ein sehr geringes Übergewicht erhielt. Bei physikalischen Untersuchungen wird dieses Uebergewicht vernachlässigt und daher kann man auch wohl annehmen, dass beim Erheben der Fussspitze beide Muskelgruppen beinahe gleich viel Kraft erzeugen.

Ähnlich liegen auch die Verhältnisse bei den Augenmuskeln und man kann daher wohl sagen, wenn der Steinbutt die oberen Augenmuskeln (O. sup. und R. sup.) anspannt, so ziehen sich gleichzeitig auch die unteren zusammen (O. inf. R. inf., Schema X). Also 4 Augenmuskeln ziehen sich zusammen und erzeugen einen Druck *d* (Schema XIV). Dieser Druck *d* ist wohl meist sehr bedeutend; denn die Zusammenziehungen der 4 Muskeln sind sehr langdauernd und werden daher wohl meist krampfartig sein, ausserdem müssen wir die von Fick (11) beschriebene «Schrumpfung der Muskeln» hinzurechnen, die bei jeder Zusammenziehung eines Muskels eintritt. Ein so gewaltsamer Druck muss eine Einbiegung in der Zwischenwand der Augen hervorrufen, da bei jungen Schollen diese Wand noch weich und knorpelhaft ist (Schema XV, Fig. 15, Fig. 16). Gleichzeitig mit dieser Einbiegung bemerkt man an Schollen von etwa 15 Millim. Länge eine Verschiebung des Auges nach oben. Ich habe in Schema XI diese Verschiebung genau nach einem jungen Steinbutt von 15 Millim. Länge dargestellt. Pfeffer sagt, dass nach dieser Verschiebung «das wandernde Auge mit seinem oberen Halbmesser über die Zwischenaugendecke hinwegragt». Diese Verschiebung ist dadurch entstanden, dass die unteren Augenmuskeln (Schema X, O. inf. und R. inf.) sich solange zusammenzogen, bis sie eine gerade Linie bildeten, die tangential zum Augapfel gerichtet ist (Schema XI).

Es sind also die Zugkräfte dieser zwei Muskeln, welche das Auge gehoben haben. Dieses beweist der Umstand, dass noch an Schollen von 15 Millim. Länge das Auge in seiner gehobenen Stellung so frei und unbedeckt daliegt, wie es Schema XI zeigt. Erst ganz allmählig entsteht unten am Auge eine Hautfalte, die allmählich durch Verknöcherung fester

wird und dann «Stützkräfte»[1] (13) bildet, welche das Auge in seiner erhobenen Stellung erhalten.

So entsteht denn aus einer Hautbrücke allmählich eine Knochenbrücke, welche das wandernde Auge nach der anderen Seite hinüberdrängt und zugleich auch so dreht, dass die Pupille nach oben gerichtet wird (Schema XIII).

Jedoch wird wohl diese Drehung nicht ausschliesslich durch die Verknöcherung der Hautbrücke bewirkt, sondern es sind auch Zugkräfte hiebei thätig und zwar die Kräfte des *obliqu. sup.* und *rect. sup.*, wie eben erwähnt, ausserdem aber betheiligt sich noch der *m rect. intern.* an dieser Zugkraft. Hiefür spricht seine ganze Verlaufsrichtung (Fig. 21). Wir sehen also, dass Zug- und Stützkräfte beim Wandern des Auges zusammenwirken.

Genau so wie es der Fall ist, wenn wir einen schweren Stein bergan wälzen und von Zeit zu Zeit Stützen unterlegen, damit, während wir frische Kräfte sammeln, uns der tückische Marmor nicht entrollt.

Die Augenmuskeln

erleiden durch das Wandern des Auges sehr bedeutende Veränderungen. Am meisten fällt auf der äussere hintere Augenmuskel

M. rectus externus.

Er ist fast vollständig verkümmert[2] (Fig. 17). Diese Verkümmerung entspricht der Verschiebung des Auges nach oben (Schema XI) und der Drehung des Auges nach innen (Schema XII). Schon oben wurde gezeigt, dass die Verschiebung nach oben durch Anspannung des *obliquus inf.* und *rect. inf.* entstanden ist, die Drehung nach innen, aber durch Zusammenziehungen des *m. o. sup. r. sup.* und *m. r. intern.* Es wurden also diese Muskeln immerfort benutzt, der *rect. ext.* hingegen allmählich ausser Gebrauch gesetzt und infolgedessen zurückgebildet. Nach Beobachtungen von Harman am lebenden Zeus hat der *m. rect. int.* bei diesem die Aufgabe das Auge so stark nach innen und oben zu drehen, dass der hintere Theil des Augapfels stark hervortritt und der *m. rect. extern.* zieht diesen hinteren Theil des Augapfels wieder in seine gewöhnliche Lage zurück. Da das Auge aber nach der Wanderung nach innen und oben gerichtet bleibt, so ist der *rect. ext.* ausser Gebrauch gesetzt und schrumpft.

Diese Schrumpfung erfolgt ganz allmählich. An Schollen von 15 Millim., bei denen das Auge so steht, wie in Schema XI, finde ich den *rectus ext.*

---

1) Hütte. Des Ingenieurs Taschenbuch, pag. 165: «Bei Aufstellung der Gleichgewichts-«bedingungen für eine beliebige Verbindung starrer Körper sind die Stützkräfte (Reactionen «fester Stützpunkte) stets als äussere Kräfte einzuführen».

2) Vergl. Harman, litt. Anh. 12.

noch ebenso stark entwickelt, wie beim Zeus, d. h. also ebenso breit und dick, wie die übrigen Augenmuskeln. Erst an Schollen von 30 bis 35 Millim. ist ein deutlicher Schwund des Muskels wahrnehmbar. Mir scheint dieser allmähliche Schwund darauf hinzudeuten, dass die Schollen von Fischen abstammen, deren *m. rect. ext.* nicht geschrumpft war. Auch am nicht gewanderten Auge ist der *m. rect. ext.* ebenso bedeutend geschrumpft, wie am gewanderten. Dieses rührt wohl daher, dass das wandernde Auge die Scheidewand der Augen verwölbt und hiedurch das andere Auge nach aussen dreht, also gerade in der Richtung, nach welcher vor der Wanderung der *m. r. ext.* das Auge drehte. Es hat also durch die Verwölbung der Scheidewand der *m. r. ext.* seine Bestimmung verloren und schrumpfte infolgedessen. Übrigens erhält sich auch an erwachsenen Schollen die Neigung des Auges nach aussen zu rollen. Legt man eine frisch gefangene Scholle vor sich auf den Tisch, so findet man stets die Augen nach aussen gerollt.

Sehr bedeutende Veränderungen zeigen auch die beiden unteren Augenmuskeln.

Musc. Obliquus inf. und rectus inferior.

Beim Zeus (Schema X, Fig. 18) bilden sie eine zusammenhängende Muskelmasse, die bogenförmig den Augapfel umschlingt. Bei den Schollen liegen die beiden Muskeln in einer geraden Linie und bilden zwei getrennte Muskelmassen, deren Ansätze sich kreuzen (Schema XII, Fig. 17). Der Bogen (Schema XI) wurde ausgeglichen als der *m. obl. inf.* und *r. inf.* das wandernde Auge hoben (siehe oben).

Die Kreuzung der Muskeln entspricht einer Drehung des Auges um seine Längsaxe. Diese Art der Drehung nennen die Augenärzte «Raddrehung». Beim Wandern des Auges trat eine Raddrehung ein, die entgegengesetzt der Bewegung eines Uhrzeigers war (Schema XI ↙). Das erkennt man leicht, wenn man in eine Holzkugel zwei Nägel schlägt, entsprechend dem Ansatze des *m. obliqu. infer.* und *r. infer.* (Schema XI). An jeden Nagel befestige man eine Schnur. Nimmt man jetzt eine Raddrehung entgegengesetzt der Bewegung eines Uhrzeigers vor (Schema XI), so steht der rechte Nagel über den linken, wenn die Drehung 90° beträgt. Genau diese Stellung fand ich an einem Steinbutt von 15 Millim. Länge. Die Raddrehung bei der Wanderung des Auges kann nur dadurch entstandens ein, das der *r. sup.* sehr hochgradig gereckt wurde, als der *m. obliqu. inf.* und *rect. inf.* das Auge hoben (Schema XI).

Bemerkenswerth ist es, dass auch am Zeus Andeutungen einer Kreuzung vorkommen. So fand ich an dem einen *m. obliqu. inf.* eines Zeus aus Helgoland, dass ein Theil seiner Fasern den Ansatz des *m. r. infer.* kreuzte

und ihm aufgelagert war, während am anderen Auge keine Spur davon sich zeigte. Die beiden Muskeln bildeten genau so, wie in Fig. 18 eine zusammenhängende Masse. An 10 Exemplaren von Zeus aus Triest, die ich der grossen Güte des Herrn Prof. Cori verdanke, finde ich keine Spur einer Kreuzung.

Auffallend ist, dass die Muskeln *obliqu. inf.* und *rect. infer.* bei den Schollen in der Nähe des Sehnerven sich an den Augapfel setzen, beim Zeus hingegen in der Nähe der Hornhaut (vergl. Fig. 17 und 18). Dieser Ansatz bei den Schollen entspricht der Drehung des Auges um seine Queraxe bei der Wanderung (vergl. Schema XI und XII). Es ist also sozusagen während dieser Drehung der Ansatz der Muskeln von der Hornhaut zum Sehnerven herabgerutscht.

Dieses Herabrutschen des Ansatzes beweist wohl besonders deutlich, dass beim Drehen des Auges um seine Queraxe nicht blos die beiden oberen Augenmuskeln (*obliqu. sup. r. sup.*) in Spannung waren, sondern auch die beiden unteren (*m. obliqu. inf., rect. infer.*). So entstand der pag. 21 geschilderte Kampf der Muskeln, welche das Einbiegen der Augenscheidewand zur Folge hatte.

Die beiden oberen Augenmuskeln

Musc. obliqu. super. und rect. super.

Haben ihren Ansatz in der Nähe der Hornhaut, jedoch fällt am *m. obliqu. sup.* auf, dass von seinem oberen Drittel, sich eine dünne Sehne abzweigt, die den *m. rect. sup.* kreuzt und in der Nähe des *rect. ext.* sich an den Augapfel setzt (Fig. 19). Bisweilen ist sogar der *m. obliqu. sup.* seiner ganzen Länge nach gespalten. Er ist dann geradezu doppelt. Gewiss hängt auch diese Spaltung und Kreuzung mit der oben beschriebenen Raddrehung (Schema XI ↙) des Auges zusammen, die während der Wanderung eintrat. Die Drehung erfolgte entgegengesetzt der Bewegung eines Uhrzeigers und zog den Ansatz des *obliqu. sup.* dermaassen in die Länge, dass er beinahe einen Halbkreis einnahm (Fig. 19). Natürlich mussten sich hiebei einige Fasern des *obl. sup.* abtrennen, da sich das wandernde Auge auch um seine Queraxe drehte (Schema XII). Jedenfalls ist die lange, dünne Sehne des *m. obliqu. sup.* durchaus erforderlich um jene Raddrehungen rückgängig zu machen, welche durch den eigenthümlichen Verlauf des *m. obl. inf.* entstehen müssen (Fig. 17). Diese Raddrehungen der Augen sind von Harman an lebenden Schollen beobachtet. Sie betragen bisweilen nach seinen Beobachtungen an lebenden Schollen $^1/_8$ Kreis.

Die grosse Beweglichkeit der Schollenaugen leitet H. wohl mit Recht vom eigenthümlichen Verlauf ihrer Augenmuskeln her und meint dass die

Schollen «bei ihrer sitzenden Lebensweise» einer grösseren Beweglichkeit der Augen bedürfen, als andere Fische, die ihren Körper schnell nach allen Richtungen hin drehen können.

Jedenfalls sind zu einer grossen Beweglichkeit zahlreiche Muskeln und Sehnen erforderlich. Dieses zeigt schon die menschliche Hand. An den Augenmuskeln der Schollen ist aber die Neigung Sehnen zu bilden sehr ausgesprochen. Schon oben wurde erwähnt, dass der *m. obliqu. sup.* bei den Flundern nicht selten doppelt vorkommt. Auch den *m. rect. intern.* fand ich an einer Flunder doppelt (Fig. 20). Zwischen beiden Bäuchen des Muskels lag der Sehnerv.

Ich hoffe der Leser wird aus den obigen Darlegungen ersehen haben, wie die Eigenthümlichkeiten der Augenmuskeln bei den Schollen durch das Wandern der Augen entstanden sind. Besonders deutlich zeigt dieses

1) das Schrumpfen des *m. r. ext.* nach der Wanderung.

2) der Ansatz des *m. obliqu. inter.* und *rect. inter.* in der Nähe des Sehnerven und die Kreuzung dieser beiden Muskeln.

3) die Spaltung und Sehnenbildung des *m. obliqu. super.*

Ich habe die hier geschilderten Verhältnisse erforscht, indem ich die Augenmuskeln an Schollen von 1,5 bis 20 Millim. Länge unter der Lupe präparirte. Jüngere Fischchen standen mir leider nicht zur Verfügung. Vielleicht aber gelingt es mir noch einmal an jüngeren Schollen Verhältnisse aufzufinden, welche in ähnlicher Weise zum Zeus hinüberleiten, wie die von mir am Knochengerüste des Zeus entdeckten Übereinstimmungen mit den Schollen.

Die Gesichtsknochen des Zeus.

Vergleicht man die Gesichtsknochen des Zeus mit denen einer erwachsenen Scholle, so scheint gerade keine sehr grosse Ähnlichkeit zwischen beiden zu bestehen.

Untersucht man jedoch genauer die Veränderungen, welche an den Gesichtsknochen der Schollen beim Wandern des Auges vor sich gingen, so findet man auch hier ähnliche Übereinstimmungen, wie an den übrigen Theilen des Knochengerüstes beider Fischarten.

Zunächst ist zu erwägen, dass beim Wandern das Auge nach vorn gedrängt wurde und die schmale Knochenleiste *L*, Fig. 18 eindrückte. Vergleicht man nach dieser Erwägung Fig. 17 mit 18 so wird die Ähnlichkeit grösser, besonders wenn man beachtet, dass der pfeilerartige Knochen (Fig. 11 *frontale anter.*), welcher beim Zeus die Augenhöhle vorn abschliesst, zusammen mit dem Siebbein (*ethmoïdale*) nach vorn verschoben wurde und dort mit dem Siebbein verwuchs. In Fig. 18 ist das *frontale*

anterius entfernt, um die Augenmuskeln freizulegen. Dieser Knochen ist nur durch Bänder am Schädel befestigt.

Besonders auffallend ist aber an jungen Schollen eine Rinne (*R.* Fig. 15), die zwischen den Augen verläuft. Diese Rinne entspricht, nach meinen Untersuchungen, einer ähnlichen Rinne am Schädel des Zeus, in welcher der lange Fortsatz des Vorkiefers verschoben wird. Ich habe in Fig. 11 diesen Fortsatz als «Geradführer» bezeichnet, weil er die Aufgabe hat, beim Öffnen des Maules den Vorkiefer in gerader Richtung vorwärts zu führen und hiedurch den Fisch zu befähigen ein «spitzes Maul» zu machen. Diese hübsche Vorrichtung hat Reuleaux (19) in seinem neuesten Werke über Maschinenbau, so erschöpfend beschrieben, dass ich hier nicht weiter auf dieselbe eingehe, besonders da ich aus sicherer Quelle weiss, dass Reuleaux eine Sonderausgabe von dem Abschnitte seines Werkes vorbereitet, der über die Mechanismen der Thiere handelt.

Man ersieht wohl aus Fig. 11, dass der Zeus seinen Vorkiefer sehr bedeutend hin und herschieben kann und doch giebt es Fische, die ihm hierin überlegen sind, z. B. Gazza, Fig. 12. Dieser Fisch hat einen so langen Geradführer, dass er bis hinter die Augenhöhlen reicht, wenn er ihn vollständig zurückschiebt. Der Geradführer des Zeus ist bedeutend kürzer, er reicht kaum bis zur Mitte der Augenhöhlen, wenn er vollständig zurückgeschoben ist und der ganze hintere Theil der Führungsrinne bleibt dann leer. Dieses scheint mir dafür zu sprechen, dass beim Zeus der Geradführer in der Rückbildung begriffen ist und dass er bei seinen Vorfahren ebenso lang war, wie bei Gazza.

Einen ähnlichen Eindruck gewann ich als ich die Rinne (*R.* Fig. 15) bei jungen Schollen untersuchte. Es sieht genau so aus, als wenn die Rinne verbogen ist und der Geradeführer nicht mehr hineingeschoben werden kann. Er blieb daher vorn stecken und wurde zurückgebildet. Man sieht also eine stufenweise Rückbildung, wenn man den Geradführer von Gazza und Zeus mit dem Forsatze *F* (Fig. 15 und 16) der Schollen vergleicht.

Die Rinne *R* (Fig. 15) ist an Schollen von 15 Millim. noch sehr deutlich. Bei Schollen von 20 Millim. besteht nur noch eine schmale Furche und an Schollen von etwa 30 Millim. kann man sie kaum mehr wahrnehmen. Ihr früheres Vorhandensein erkennt man nur daraus, dass es leicht gelingt, die Zwischenwand der Augen mit einer feinen Nadel der Länge nach zu spalten.

Wir haben also eine Verkürzung des «Geradführers» festgestellt als wir Gazza und Zeus mit den Schollen verglichen. Eine Verkürzung bemerken wir auch, wenn wir die lange Knochenleiste *L* des Zeus (Fig. 18) mit der Augenscheidewand der Schollen vergleichen (Fig. 17). Verständlich wird diese Verkürzung, wenn man erwägt, dass beim Wandern das Auge die Schei-

dewand zu einem Halbkreise einbog (Schema XV). Der Durchmesser ist aber gleich $^2/_3$ der Länge seines Halbkreises (Halbkreis $= 3r$, Durchmesser $= 2r$). Diese Verkürzung ist in Schema XI, XII, XIII angedeutet.

Weiter gehe ich hier nicht auf die Umformungen ein, welche die Gesichtsknochen der Schollen beim Wandern des einen Auges erleiden. Ich wollte ja in diesem Abschnitte nur vergleichend physiologisch untersuchen, welche Kräfte bei der Verschiebung des Auges thätig sind. Ausserdem hebt ja Pfeffer in seiner mehrfach erwähnten Abhandlung hervor, dass er seine vorläufigen Mittheilungen sehr bald vervollständigen und mit Abbildungen versehen werde.

Ich berühre hier nur noch einige Verhältnisse, die mit der Abstammung der Schollen in einem gewissen Zusammenhange stehen.

Schon oben wurde mehrfach auf die grosse Beweglichkeit der Augen bei den Schollen hingewiesen und hervorgehoben, dass diese Beweglichkeit durch den eigenthümlichen Verlauf ihrer Augenmuskeln ermöglicht wird. Ich muss jedoch darauf aufmerksam machen, dass der ganze Bau der Augenhöhlen den Muskeln einen sehr freien Spielraum gestattet. Man findet nämlich an den Augen des Steinbutt und der Flunder kaum noch Spuren jener knöchernen Augenringe (*Infraorbitalia*), welche bei anderen Fischen die Augenhöhle nach aussen hin abschliessen. Sehr viel deutlicher sind die Spuren bei *Platysomatichthys hippoglossoïdes*. Bei dieser Übergangsform wird die hintere Hälfte des rechten nicht gewanderten Auges von einem halbmondförmigen Knorpelring umschlossen, der an seiner breitesten Stelle etwa 1 Centim. misst. An der linken, blinden Seite des Kopfes finde ich dort, wo das Auge vor der Wanderung lag, unterhalb der Knochenbrücke, einen 5 Centimeter langen halbmondförmigen Knorpel, der an seiner breitesten Stelle gegen 2,5 Centimeter misst. Dieser Knorpel hat 7 quere Einkerbungen und ist untrennbar mit der Oberhaut verwachsen. Obgleich diese Überbleibsel von Augenringen nicht Spuren sind, die zu bestimmten Vorfahren der Schollen hinüberleiten, so beweisen sie doch immerhin, das die Schollen von Fischen herstammen, deren Augenringe wohlentwickelt waren.

Deutlichere Spuren scheinen mir hingegen jene Dornen zu sein, welche mehrere Forscher am Kiemendeckel des Steinbutt und Glattbutt nachgewiesen haben (Fig. 15, Taf. II). Ich zähle am senkrechten Rande des Kiemendeckels bei einem Steinbutt von 15 Mill. 9 Dornen. Der untere Rand des Kiemendeckels ist ähnlich gesägt, wie bei Gazza (Fig. 12). 3 etwas grössere Dornen sehe ich in der Nähe des unteren Winkels vom Kiemendeckel und einen noch grösseren Dorn am Gelenk zwischen Kiemendeckel und Schädel. Auch bei einigen Flundern fand ich Andeutungen von Auszackungen am Kiemendeckel. Ich habe sie in Fig. 16 wiedergegeben.

Mich erinnern diese Dornen lebhaft an die Bewaffnung einiger Stachelmakrelen (*Equula* und Gazza), welche dem Zeus nicht allzufern stehen. Auch Zeus besitzt in der Jugend starke Dornen am Kiemendeckel, die mit zunehmendem Alter schwinden (Smitt). Also auch hierin erinnern die Schollen mehr an die Stachelmakrelen als an Schellfische.

Zum Schluss stelle ich zusammen

Die gemeinsamen Merkmale bei Zeus, Flunder, Steinbutt.

Diese Fische zeigen eine grosse Übereinstimmung

1) in ihrer ganzen Körperform (Fig. 1, 2, 3, 13, 14),

2) in der Zahl der Bauchwirbel, pag. 5,

3) im Bau des Trägers der Afterflosse, pag. 5, Fig. 7, 8, 9,

4) im Bau des Trägers der Bauchflosse, pag. 10, Fig. 7, 8, 9,

5) im Bau des Trägers der Brustflosse, pag. 10,

6) in der Aneinanderfügung der Bauch- und Brustflosse,

7) im Bau des *Urohyale*, pag. 11.

Ausser diesen besonders deutlichen Merkmalen ist noch zu berücksichtigen:

8) die zweitheilige Schwimmblase der Jugendformen des Steinbutt, erinnert an die zweitheilige Schwimmblase des Zeus, pag. 17.

9) Junge Steinbutten und Glattbutten von etwa 10 — 20 Millim. Länge zeigen an ihren Kiemendeckeln zahlreiche Dornen (Fig. 15), die bei Jugendformen von etwa 30 Millim. meist schon geschwunden sind. Diese Dornen deuten auf eine Abstammung von Fischen hin, die während des ganzen Lebens mit Dornen bewehrt sind (vergl. die Stachelmakrelen *Equuecala* und Gazza, Fig. 12).

Auch an Jugendformen des Zeus findet man zahlreiche Dornen (Smitt, pag. 306) in der Nähe des Auges und am Kiemendeckel. Bei älteren Fischen sind die Dornen geschwunden. Also auch hierin erinnert der Zeus an den Steinbutt und Glattbutt.

Ganz ausdrücklich erkläre ich: diese Übereinstimmungen sollen nicht beweisen, dass die Schollen einen Zeus als Ahnherrn hatten, wohl aber weisen sie darauf hin, dass die Schollen den Stachelmakrelen näher stehen, als den Schellfischen und dass sie von Klippfischen herstammen, die dem Zeus ähnlich waren.

Ich halte den Zeus für eine Übergangsform, die sowohl aufrecht als auf der Seite schwimmen kann. Seine Abstammung von Klippfischen verräth er dadurch, dass er den klippenreichen Boden aufsucht, weil er dort

Stützung für seinen flachen und breiten Körper findet. Auf Sandboden gräbt er sich Vertiefungen, um in diesen sich das Aufrechtstehen zu erleichtern (Day. Couch). Da es ihm jedoch auf Sandboden nicht gelingt dauernd sich aufrecht zu erhalten, so nimmt er häufig die Seitenlage ein und bildet sich zum Seitenschwimmer aus. Die Hauptveränderungen, welche durch das Seitenschwimmen an den Schollen entstehen sind:

1) Vorrücken der Rücken- und Afterflosse zum Kopf hin,
2) Verdrängung des Afters nach vorn hin durch die Afterflosse, pag. 7,
3) Rückbildung der Bauch- und Brustflosse, pag. 10,
4) Einkerbung des *Urohyale*, pag. 11,
5) Rückbildung der Schwimmblase,
6) Das Wandern eines Auges.

Die Kräfte, welche das Wandern des Auges bedingen, sind:

1) die Zugkräfte der Augenmuskeln,
2) die Stützkräfte, welche durch Verknöcherungen in der Umgebung des wandernden Auges entstehen und durch die Eindrücke, welche das wandernde Auge in den noch unverknöcherten Geweben seiner Umgebung hervorruft.

Litteratur.

1. Beer, Theodor. Vergl. Anat. und Physiol. d. Sehorgane. Graefe-Sämisch, Handbuch der gesammten Augenheilkunde. Leipzig, 1901.

1ª. Bleeker. Atlas Ichthyologique des Indes Orientales Neerlandaises. Amsterdam, 1862.

2. Bortschewski. Referat über seine Beobachtungen des Scaphyrhynhus im Aquarium in Естествознание и географія, 1898 № 3 Мартъ. Referirt von N. Solotnitzki.

3. Cunningham, J. T. A. Treatise on the Common Sole, Plymouth 1890.

4. Cunningham, J. F. The Natural History of the marketable marine fishes of the British-Islands. London 1896, pag. 321. Viele Angaben über die Lebensweise von *Zeus faber*. Angabe, dass über Eier und Larven des Zeus nichts bekannt.

5. Charcot. Neue Vorlesung übersetzt von Freud, pag. 47. Leipzig und Wien. Töpliz und Deuticke 1886.

6. Day. Fishes of India.

6ª. Day. The fishes of great Brit. and Irland.

7. Dunker, Georg. Variation und Verwandtschaft von *Pleur. fles.* und *Pleur. plat.* Wissenschaftliche Meeresuntersuchung d. Commis zu Kiel. Neue Folge. Bd. I. Heft 2, pag 5.

8. Dunker, Georg. Variation und Asymetrie bei *Pleur. fles. L.* Wissenschaftliche Meeresuntersuchung. Neue. Folg. III. Bd. Abtheil. Helgoland. 2. Heft 1900, pag. 235.

9. Ehrenbaum, Dr. Ernst. Eier und Lavren von Fischen der deutschen Bucht. Wissenschaftliche Meeresuntersuchung der Komiss. u. s. w. Neue Folge, II. Bd., 1. Heft, Abtheil. 1.; 1896 pag. 255.

10. Fick, Adolf. Myograph. Versuche am lebenden Menschen. Arch. f. ges. Physol. Band 60, pag. 578. Bonn, Emil Strauss, 1895.

11. Günther. Handbuch der Ichthyologie übers. von Gustav von Hayer. Wien, Geroldsohn, 1886.

12. Harman-Bishop, N. The Palprebral and Oculomotor. Appar. in Fishes Journ. of Anat. and physiol. Vol. XXXIV, N.S. Vol. XIV, 1899. Enthält viel Litteratur über Fischaugen.

13. Hütte. des Ingenieurs Taschenbuch, herausgegeben vom Akad. Verein Hütte. Berlin, Wilh. Ernst und Sohn. Abth. I., pag. 165., 7. Punkt. Bei Aufstellung der Gleichgewichtsbedingungen für eine beliebige (bewegliche oder unbewegliche) Verbindung starrer Körper sind die Stützkräfte (Reactionen fester Stützpunkte) stets als äussere Kräfte einzuführen.

14. Jordan, David Starr. Relations of temperature to vertebrae among fishes. Proceedings of the united States National Museum, Vol. XIV. pag. 107—120.

15. Klunzinger, Dr. C. B. Synopsis d. Fische des Rothen Meeres.

16. Möbius und Heinke. Die Fische der Ostsee. Vierter Bericht der Commission. z. Wissenschaft. Meeresunters. in Kiel für d. Jahre 1877—1881, VII. bis XI Jahrg., Berlin, Paul Porey, 1884.

17. Müller, Joh. Ueber den Bau und die Grenzen der Ganoiden und über das natürliche System der Fische. Berlin 1846, Druckerei der königl. Akad. der Wiss.

18. Pfeffer, Dr. Georg. Ueber die Schiefheit der *Pleuronectid.* Referat über einen Vortrag gehalt. im Naturwissenschaftl. Verein zu Hamburg. Vorläufige Mittheil. Abhand. aus d. Gebiete d. Naturwissenschaft, IX. Bd. Heft I.

19. Reuleaux, Prof. Dr. F. Kinematik im Thierreiche. Abschnitt III des Lehrbuches der Kinematik, Bd. II. Braunschweig, Vieweg und Sohn, 1900.

Demnächst erscheint eine allgemeinverständliche vermehrte Ausgabe für Naturforscher.

20. Ritter, Aug. Lehrb. der techn. Mechan., pag. 306, Hannover, Carl Rümpler.

21. Sacchi, Dott. Maria. Sulle minute differenze fra gli organi omotipici dei Pleuronettidi. Estratto degli Atti della Società ligust. di Scienze natur. Anno III, Vol. III, Genova, Tipograf. di Angelo Ciminago, 1893.

22. Smitt, Prof. F. A. Stockholm. Skandinav. Fishes. Stokholm. Nordstedt, Berlin Friedländer. Sehr genaue Mittheilungen über die Lebensweise von *Zeus faber*. Abbildungen von *Platysomaticht. hippogloss.*

23. Steenstrup, Japetus. Fortsatte Bidrag til en rigtig opfattelse of oiestillinger hos Flyndrene. Oversigt over det Kongelige Danske Videnskabernes Selskabs Forhandlinger, og dets Medlemers Arbejder i Aaret 1876, Kjebenhavn. Bianco Lunos 1876—1878.

24. Thilo, Dr. O. Die Umbildung a. d. Gliedern der Fische. Morph. Jahrb., 1896.

25. Thilo, Dr. O. Die Sperrvorrichtungen im Thierreiche. Biol. Zentralbl. Bd. XIX, 1. Aug. 1899. Ergänz. ebenda, 1900.

26. Thilo, Dr. O. Die Entstehung der Luftsäcke bei d. Kugelfischen. Anat. Anzeig., Bd. XVI, № 3 und 4, 1899.

27. Thilo, Dr. O. Das Ankern der Fische. Korrespondenzblatt des Rigaer Naturforscherverein. 1900.

28. Thilo, Otto. Übungen. Sammelung klinischer Vorträge von Rich. Volkmann. 1897.

29. Ziegenhagen, Paul. Beitrag. z. Anatom. d. Fischaugen. Inaugural-Dissert. Berlin, Buchdruckerei von Gustav Schade, 1894.

30. Zittel, Karl A. Handb. d. Palaeontologie. I. Abt., III. Bd. Vertebrata. München und Leipzig, R. Oldenbourg, 1887—1890.

Die Herstellung der Präparate.

Formalin wurde bei allen Fischen angewandt, die ich frisch erhielt. Mein Verfahren war folgendes:

1) Entfernen von Herz und Eingeweiden bei allen Fischen, die nur zum Untersuchen der Haut, Knochen und Muskeln benutzt wurden.

2) Liegen in Wasser 100, Soda 5, einige Stunden, im Eiskeller, um den Schleim zu entfernen. Abwaschen mit Seife und Wasser. Spülen.

3) 1 Woche 100 Wasser, 2 Formalin.

4) 1—2 Wochen Glycerin, welches vorher 10 Minuten gekocht und hierauf gekühlt wurde (Siedepunkt des Glycerins 290°).

5) Aufhängen an einem trockenen luftigen Orte 1—2 Wochen.

6) Aufbewahren in Blechkasten oder Gläsern, die mit einem Stücke Blech oder Glas bedeckt werden.

Man ersieht wohl aus meiner Beschreibung, dass ich das Formalin nach den Angaben von Blum verwende, das Glycerin nach den Angaben von Stieda.

Der Grundgedanke dieses ganzen Verfahrens ist: die Fische sind 1) möchlichst zu reinigen, 2) zu desinficiren und dann erst 3) in die Aufbewahrungsflüssigkeit zu legen. Auch bei Fischen, die ich in Alkohol lege, halte ich streng diese Vorschrift ein.

Bisher wird wohl meistens diese Arbeitstheilung nicht vorgenommen. Die Aufbewahrungs- und Desinfectionsflüssigkeit werden zusammengegossen und die mangelhaft gereinigten Gegenstände werden ohne vorherige Desinfection in diese Flüssigkeit gelegt. Dieses Zusammengiessen ist z. B. einer der vielen Grundfehler der Wickersheimer'schen Flüssigkeit.

Die nach meinem Verfahren behandelten Fische sind ganz geruchlos. Die Gelenke sind biegsam, die Muskeln wohlerhalten. Sogar die Augenmuskeln trocknen kaum ein, wenn man die Präparate offen liegen lässt. Ich glaube besonders für Studirende empfiehlt sich dieses Verfahren, da sie durch dasselbe in den Stand gesetzt werden, ihre Muskelpräparate vom Präpariersaal nach Hause zu nehmen und dort zu studiren, da sie geruchlos sind. Man kann übrigens gut erhaltene Alkoholpäparate noch nachträglich mit Formalin 2, Wasser 100, desinficieren und dann mit Glycerin behandeln.

Die Präparate unter der Lupe

wurden folgendermaassen angefertigt:

Kleine Fische von etwa 1,5 — 2 Centim. Länge habe ich unter der Lupe präpariert, indem ich sie in eine Reissfeder wie in einen Schraubstock legte. Die Reissfeder war an dem Arme eines Statives mit Gelenken befestigt, so dass sie um 3 Axen gedreht werden konnten. (Näheres siehe Anatom. Anzeig. Band XIV., № 7, 1897. Thilo, Otto. Das Präpariren mit Feilen).

Die Herstellung der Abbildungen.

Ich lege eine Glasplatte auf das Präparat und zeichne mit einer Schreib-Feder und Tinte die Umrisse desselben auf die Glasplatte und zwar in natürlicher Grösse, da man hiebei bequem nachträglich Messungen am Präparat machen und diese zum Verbessern von Zeichenfehlern verwenden kann. Die Zeichnung, mit Тinte auf der Glasplatte, wird über einer Petroleumlampe getrocknet.

Hierauf lege ich die Glasplatte gegen eine Fensterscheibe und übertrage die Umrisse auf Schreibpapier mit einer Bleifeder. Die Striche der Bleistiftzeichnung überziehe ich mit Tinte, damit die Umrisse möglichst deutlich hervortreten. Es gelingt dann die Vergösserung oder Verkleinerung viel besser von meiner Zeichnung als von den Gegenständen selbst, die doch meistens sehr undeutliche Umrisse haben.

Verkleinerungen fertige ich an, indem ich eine Glasplatte in der erforderlichen Entfernung der Zeichnung aufstelle und auf diese Glasplatte mit Tinte und Feder die Verkleinerung zeichne. Natürlich muss man hiebei den Kopf sehr ruhig halten. Man stützt ihn am besten gegen einen Gegenstand. Von der Glasplatte übertrage ich die Zeichnung unmittelbar auf mitteldickes Wattmanpapier. Pauspapier verwende ich hiebei garnicht.

Zeichnungen von Lupenpräparaten fertige ich an mit Hilfe von Glasplatten, die in ganze oder halbe Quadratmillimeter getheilt sind.

Das Anfertigen der Zeichnungen geht sehr schnell. In einigen Minuten habe ich die Zeichnungen in natürlicher Grösse auf dem Schreibpapier. Daher fertige ich denn auch von jedem Präparat, das nur irgend wie einmal in Frage kommen könnte eine derartige Zeichnung an; denn sie sagt mir meistens mehr als seitenlange schriftliche Aufzeichnungen. Ich habe zur vorliegenden Arbeit weit über hundert Zeichnungen angefertigt. Ich kann überhaupt die Zeichnung als Notiz nicht genug empfehlen. Hierin können wir Anatomen viel von den Ingenieuren lernen, die weniger Worte und mehr Zeichnungen machen als wir.

Meinen herzlichsten Dank sage ich Allen, die mich bei der vorliegenden Arbeit unterstützten. Die biologische Anstalt in Helgoland hat in grossartiger Weise meine Untersuchungen gefördert, als ich im September 1899 das Glück hatte, dort zu arbeiten. Die Herren Collegen Ehrenbaum in Helgoland und Pfeffer in Hamburg hatten die grosse Güte, mir eingehend ihre hochinteressanten Präparate junger Schollen zu erläutern. Die Professoren Cori-Triest, Petersen-Kopenhagen, Klunzinger-Stuttgart, Knipowitsch-St. Petersburg sandten mir höchst werthvolles und kostspieliges Material zu meinen Untersuchungen. Nur die uneigennützige Unterstützung dieser und anderer Collegen ermöglichte mir die vorliegende Arbeit.

ERKLÄRUNGEN DER TAFELN.

Tafel I.

Fig. 1. Zeus faber, Häringskönig, St. Petersfisch. John Dory.

Fig. 2. Rhombus maxim. juv. Vegr. $^{7}/_{1}$, nach Petersenn. Fiskeri-Beretning for Finans-aaret 1893 — 1894. Kjöbenbavn 1895, Centraltrykkeriet.

Fig. 3. Rhombus maxim. Erwachsen $^{1}/_{10}$.

Fig. 4. Paraplagusia macrocephalus. Nach Bleeker. Atlas Ichtyol. des Indes Orientales Neerlandailes Amsterd. 1862. Tab. CCXLVI, Fig. 3.

Fig. 5. Psettus Sebae, nach Cuv. et Valenc. Hist. nat. des poiss. pl. 189.

Fig. 6. Dorsch, n. d. Natur.

Fig. 7. Zeus faber.

Fig. 8. Flunder, nat. Gr.

Fig. 9. Rhomb. max.

Fig. 10. Dorsch.

Tafel II.

Fig. 11. Zeus faber.

Fig. 12. Gazza.

Fig. 13. Zeus von vorne gesehen.

Fig. 14. Rhombus max. juv. von vorn gesehen mit beginnend. Wand. d. rechten Auges n. d. Natur $^{4}/_{3}$.

Fig. 15. Rhomb. max. juv. Der in der Fig. 14 dargestellte Fisch von der Seite $^{10}/_{1}$. Die Zeichnung wurde mit Hilfe einer Millimeterplatte aus Glas möchlichst genau angefertigt.

Fig. 16. Flunder, linksäugig. 25% der Flunder sind linksäugig, 75% rechtsäugig. Nat. Gr.

Fig. 17. Rhomb. max. Die Knochenbrücke unter dem rechten Auge ist entfernt, um die Augenmuskeln sichtbar zu machen. Für alle Figuren gelten:

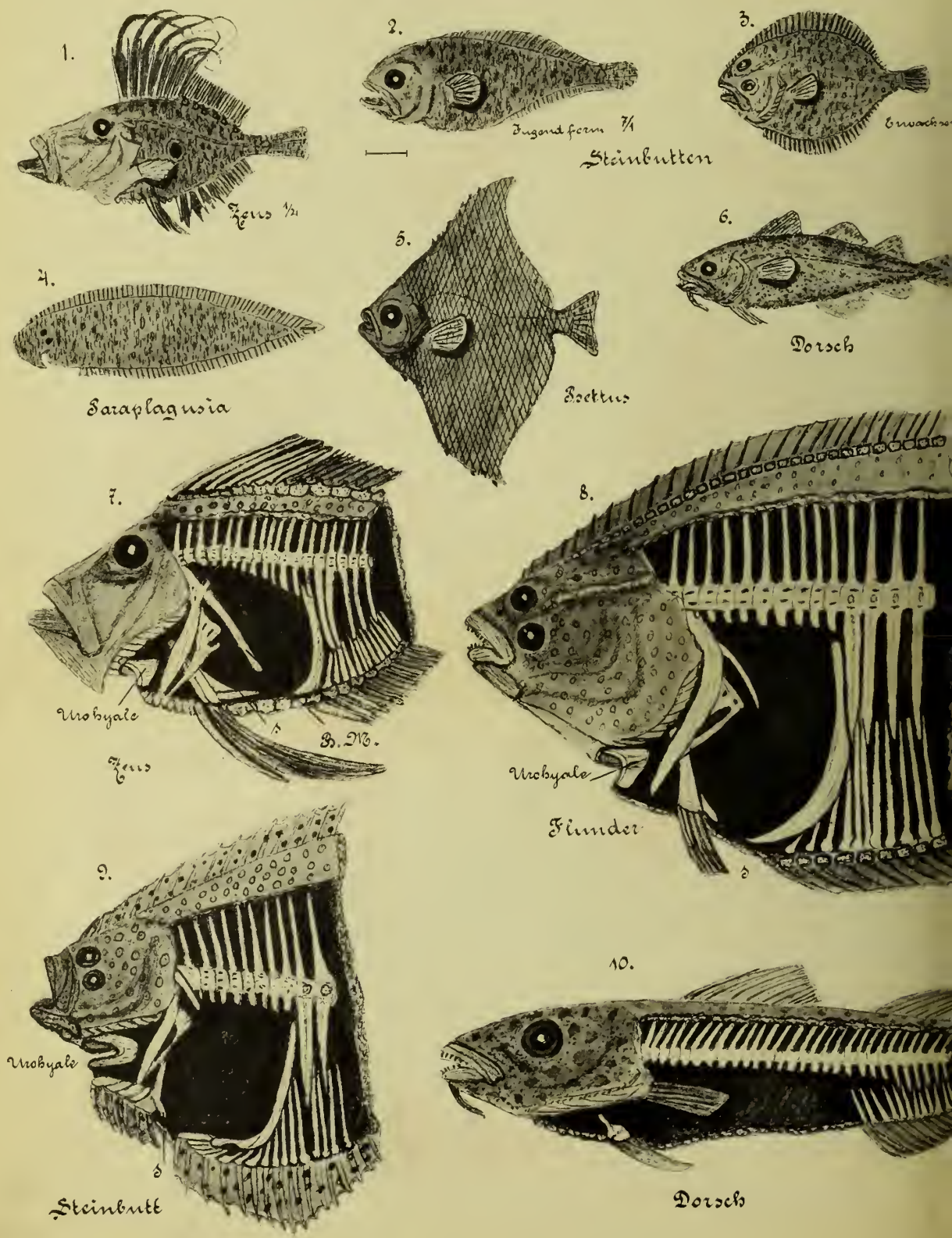
O. sup. = Musc. obliquus superior
O. inf. = » obliquus inferior
R. sup. = » rectus superior
R. ext. = » rectus externus
R. inf. = » rectus inferior
R. intern. = » rectus internus.

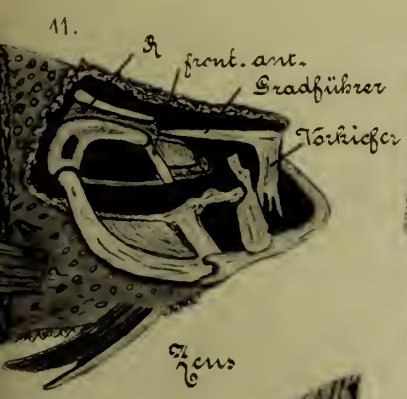
Fig. 18. Zeus fabr. Das frontale anterius (siehe Fig. 11) wurde entfernt um die Augenmuskeln besser sichtbar zu machen.

Fig. 19. Rhomb. max. n. d. Natur gezeichnet. O. sup. = m. obliquus superior mit der dünnen Zweigsehne, die in der Nähe d. m. Rect. extern. sich ansetzt. Harman nennt diese Sehne special rotatory slip und bildet sie in seiner Fig. 19 ab, Harman'siehe. litter Anhang.

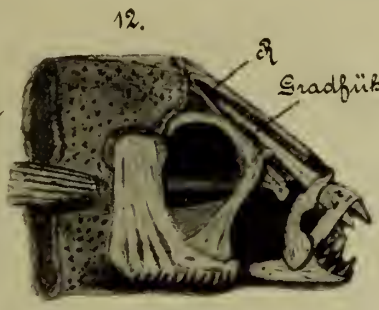
Fig. 20. Flunder. Unregelmässigkeit des Musculus Rectus internus. Er ist in diesem Falle doppelt und zwischen beiden Muskelbäuchen liegt der Sehnerv.

Fig. 21. Flunder. Regelmässiger m. rect. internus.


1.
Zeus ½
2.
Jugendform ½
Steinbutten
3.
6.
Dorsch
4.
Paraplagusia
5.
Pectus
7.
Urohyale
B. M.
Zeus
8.
Urohyale
Flunder
9.
Urohyale
Steinbutt
10.
Dorsch



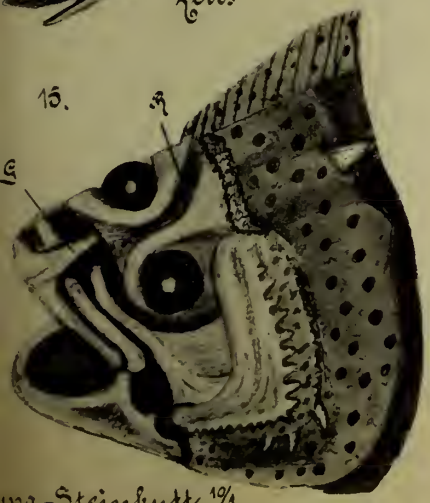
Heus



Lazza

Heus

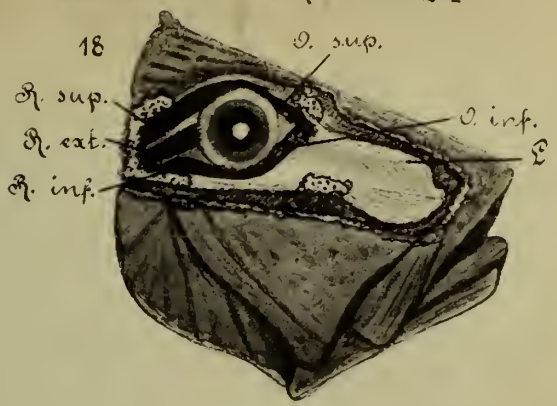
Steinbutt 4/3



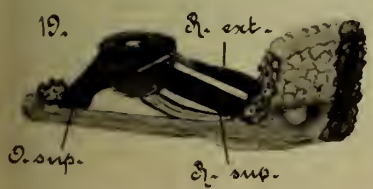
ung. Steinbutt 19/1

Erwachs. Flunder (linksäugig)

Steinbutt



Heus



Steinbutt

Doppelt. R. intern. (unregelm)
Flunder

Flunder